This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

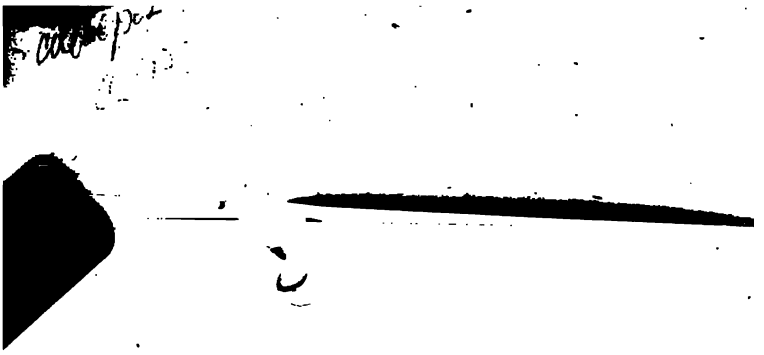
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

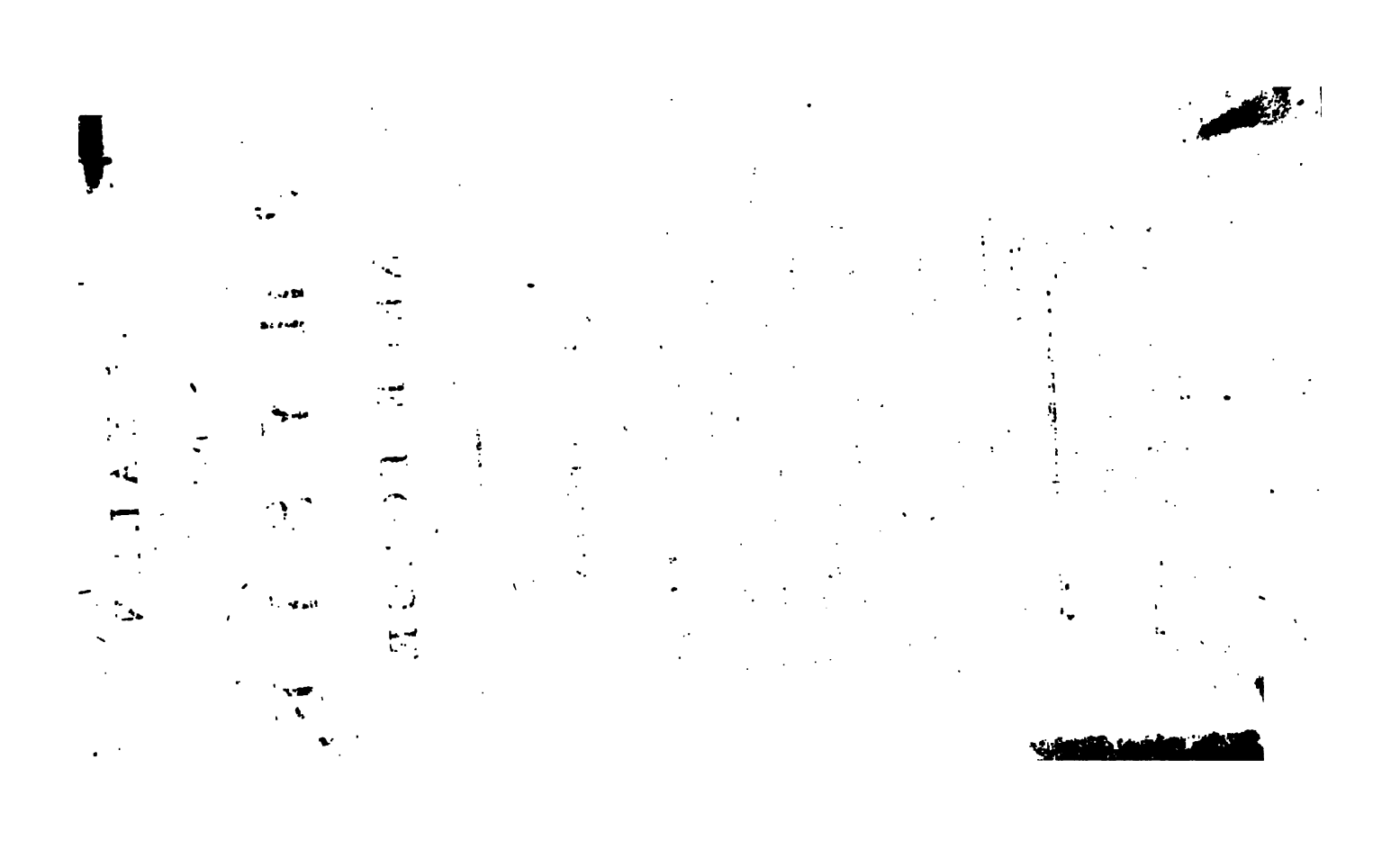
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Stanford University Libraries
3 6105 000 640 00A



R613



ANNALEN

DER

PHYSIK,

NEUE FOLGE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GESELLS. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. LEIPZ. ÖKON. GES., U. D. GESELLS. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE DER WISS. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

ZEHNTER BAND.

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1812.

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GESELLS. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. LEIPZ. ÖKON. GES., U. D. GESELLS. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE DER WISS. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖNIGL. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

VIERZIGSTER BAND.

MEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1812.

STANFORD LIBRARY

Inhalt.

Jahrgang 1812. Band 1.

Erstes Stück.

I. Einige Bemerkungen über Muskular-Contraction, von Paul Erman, Secr. d. phys. Kl. d. Ak. d. W. u. Prof. d. Phys. zu Berlin Seite 1

II. Ueber die Wirkungsart der Muskeln, von Will. Hyde Wollaston, D. M., Secr. d. Londn. Soc. 31

1. Von der Dauer der Muskelthätigkeit 32
2. Von der Seekrankheit 37
3. Von den heilsamen Wirkungen des Reitens und Fahrens 42

III. Resultate verschiedener Versuche, angestellt, um die Gröfse der Kraftanwendung eines Menschen bei verschiedenen Arten von Tagarbeit zu bestimmen, von Coulomb, Mitgl. des Instituts. 48

Gröfse der Anstrengung und der nützlichen Wirkung, und *Maximum* derselben, während einer Tagesarbeit:

beim Steigen mit und ohne Last 53
beim Gehen mit und ohne Last 64
beim Fahren von Lasten auf Schiebkarren 72
beim Schlagen und Rammen 74
beim Arbeiten an Kurbeln 77
beim Graben mit dem Grabscheit 79

IV. Beſchreibung des Meteorſteins, der zu Charſonville bei Beaugency (unweit Orleans) am 23. Nov. 1810 herabgefallen iſt, von Hauy, und Analyſe deſſelben, als eine Anleitung zu Zerlegungen dieſer Art, von Vauquelin 83

V. Beſchreibung und Analyſe des Sodaliths, eines Grönländiſchen neuen Minerals, von Thom. Thomſon, Mitgl. d. Edinb. Soc. 98

VI. Bericht eines franzöſiſchen Phyſikers über Herrn von Göthe's Werk: Zur Farbenlehre 103

VII. Herabfallen dreier Meteorſteine am 8. Juli 1811, unweit Burgos in Alt-Kaſtilien 116

Zweites Stück.

Die neuſten Entdeckungen über die Polariſirung und über die Farben des Lichtes, zuſammengeſtellt von Gilbert Seite 117

I. Ueber die Erſcheinungen, welche die Brechung und die Zurückwerfung des Lichtes begleiten, von dem Oberſtlieut. Malus, Mitgl. d. Inſt.; vorgel. am 9. Mai 1811 119

II. Ueber die Axe der Brechung der Kryſtalle und der organiſchen Körper, von Malus; vorgelesen am 29. Aug. 1811 132

III. Ein Winkel- und Diſtanzmeſſer mittelſt der doppelten Bilder des isländiſchen Kryſtalls, von Rochon, Mitgl. d. Inſt. 141

IV. Ueber eine eigenthümliche Modification, welche die Lichtſtrahlen beim Durchgehn durch gewiſſe durchſichtige Körper erleiden, und

über einige andere neue optische Erscheinungen, von Arago, Mitgl. d. Inst.; vorgel. am 11. Aug. 1811 Seite 145

V. *Zweite Fortsetzung* des Versuchs, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind, von Jacob Berzelius, Prof. d. Med. u. Pharm. und Mitgl. d. kön. Akad. d. Wiss. zu Stockholm.

Die Salpetersäure und die salpetrige Säure, als Beweise, dass der Stickstoff nicht chemisch einfach ist 162

1. Die Salpetersäure; Versuch, ihre Zusammensetzung durch ihre Sättigungs-Capacität zu bestimmen 163
Salpetersaurer Baryt 164
Salpetersaures Bleioxydul 166
Salpetersaures Ammoniak 168
Resultate 175
2. Basische und überbasische salpetersaure Salze 176
Basisches salpetersaures Bleioxydul 176
Ueberbasisches salpetersaures Bleioxydul 177
Basisches salpetersaures Kupferoxyd 184
3. Die salpetrigsauren Salze 186
Basisches salpetrigsaures Bleioxydul 186
Neutrales salpetrigsaures Bleioxydul 198
Ueberbasisches salpetrigsaures Bleioxydul 200
Andre salpetrigsaure Salze 202

VI. Einiges von Thieren, aus englischen Zeitschriften ausgezogen von Gilbert 209

1. Wie viel Flügelschläge macht ein Insekt beim Fliegen in einer Secunde 209
2. Das Spinnen-Gewebe 211
3. Beobachtungen über die fliegende Spinne, von Teed, Esq. 212
4. Die Spinne als Wetterverkündiger 214
5. Der fliegende Sommer 214
6. Bemerkungen über die Blutigel, von Peak 215

7. Zwei Vorfälle im Ganges mit einem Krokodill und einem Hayfische. Seite 218
8. Wanderungszeit einiger Schwalbenarten um London, von Th. Forster 219

VII. Eine neue Gasart, und Beantwortung des letzten Aufsatzes des Herrn Murray über das oxygenirt-salzsaure Gas von John Davy. Frei bearbeitet von Gilbert 220

Drittes Stück.

I. Die Blausäure, die flüchtigste aller Flüssigkeiten, und Verdunstungskälte, welche sie erregt, von Gay-Lussac, Mitgl. d. Inst. 229

II. *Dritte Fortsetzung* des Versuchs, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind, von Jacob Berzelius, Prof. d. Med. u. Pharm. und Mitgl. d. kön. Akad. d. Wiss. zu Stockholm.

Die Gesetze der Verbindungen des Wassers, und der Bildung der basischen Salze und der Doppelsalze enthaltend; sammt den Resultaten der ganzen Untersuchung 235
Unmöglichkeit, einige Säuren für sich darzustellen 237
Krystallwasser der Salze 241
I. Gesetze für die Verbindungen des Wassers 246
A. Verbindungen mit Säuren
Weinsteinsäure 246
Citronensäure 248
Sauerkleesäure 250
Resultate 251
B. Verbindungen mit Basen (Hydrate)
mit den Alkalien und alkalischen Erden 254
mit Thonerde 260
mit Kieselerde 265
mit Eisenoxyd 266
mit Zinnoxyd 272

C. Verbindungen mit Salzen (Kryſtallwaſſer)
Weinſteinſaures Kali Seite 275
Schwefelſaures und eſſigſaures Natron 277
Eſſigſaurer Kalk 279
Salzſaures, ſalpeterſaures, ſchwefelſaures, ſauerkleeſaures Ammoniak 279
Salzſaurer Baryt 283
Schwefelſaurer und ſalzſaurer Kalk 285
Schwefelſaures Eiſen- und Zink-Oxydul 285
Schwefelſaures Kupferoxyd 286
Salpeterſaures Wismutoxydul 286
Schlüſſe 287
II. Geſetze für die Bildung der baſiſchen Salze 289
Baſiſches ſchwefelſaures Eiſenoxyd 293
Baſiſches ſchwefelſaures Kupferoxyd 300
Baſiſches ſchwefelſaures Wismutoxydul 300
Baſiſche ſalpeterſaure und ſalpetrigſaure Salze 301
Kohlenſaures Kupferoxyd 301
Baſiſche ſalzſaure Salze 303
Folgerungen 304
III. Geſetze für die Bildung der Doppelſalze 305
1. Doppelſalze aus zwei Baſen und einer Säure 305
Schwefelſaure Ammoniak-Magneſia 307
Schwefelſaures Ammoniak-Kupferoxyd 308
Alaun 309
Ein baſiſches Doppelſalz 314
2. Doppelſalze aus zwei Säuren oder Säure-vorſtellenden Körpern, und aus einer Baſis
IV. Allgemeine Ueberſicht der Reſultate der Verſuche, welche in dieſen verſchiedenen Abhandlungen beſchrieben ſind 320
III. Reſultate aus einer Abhandlung, welche Herr Gay-Luſſac über die Verbindungen aus drei Beſtandtheilen in der Geſellſch. zu Arcueil am 10. Febr. 1811 vorgeleſen hat 331
IV. Beſchreibung des oſtindiſchen Butterbaums und Vergleichung deſſelben mit andern Bäumen deſſelben Geſchlechts, v. Will. Roxburgh, M. D. 334
V. Ein Mittel, Schiffbrüchige zu retten, von Cumberland, Esq. 341

VI. Vergrabung und Wiederausgrabung von Bergleuten zu Lüttich Seite 345

VII. Zufälle, durch 600 Zentner Queckfilber veranlafst, welche in den unterften Raum eines Schiffs gelaufen waren, vom Dr. Baird, Gen. Med. d. Marine 347

Viertes Stück.

I. Unterfuchungen über die Erfcheinungen und die Urfachen des Winterfchlafs einiger Säugthiere, von Prunelle, Prof. der Medic. zu Montpellier; abgekürzt und frei dargeftellt von Gilbert 349

II. Die Optik des Ptolemäus, verglichen mit der Euclid's, Alhazen's und Vitellio's, von Delambre, Secr. d. math. Kl. d. Inft. Vorgel. im Inft. im Octbr. 1811. Frei bearbeitet von Gilbert 371

III. Ueber einige theoretifche Modificationen der Dalton'fchen Hygrologie: und über die praktifche Anwendbarkeit feiner Hygrometrie. Von Paul Erman, Secr. d. phyf. Klaffe und Prof. d. Phyf. zu Berlin 389

IV. Die Stofsgefetze harter Körper, aus der mechanifchen Hauptgleichung erwiefen, vom Commiffionsrath von Buffe, Prof. d. Math. u. Phyf. in Freyberg 431

V. Nachrichten von dem Meteorfteine, der am 15. April 1812 zu Erxleben, zwifchen Magdeburg und Helmftädt herabgefallen ift, vom Profeffor Hausmann in Göttingen und dem Director Vieth in Deffau 456

Authentifches Protocoll 453

VI. Einige Zufätze und Berichtigungen zu der unter II mitgetheilten Notiz, des Ptolemäus Optik betreffend, vom Prof. Mollweide in Leipzig 460

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1812, ERSTES STÜCK.

I.

Einige Bemerkungen über Muskular-Contraction,

von

PAUL ERMAN,

Secr. der phyſ. Kl. d. Ak. d. W. u. Prof. d. Phyſ. an der Univerſ. zu Berlin.

Ob der Verſuch je gelingen werde, die lebendige Muskular-Kraft der thieriſchen Körper auf die mechaniſchen und chemiſchen Geſetze der lebloſen Materie zurückzuführen, kann *a priori* nicht entſchieden werden. Daſs man aber bei dieſen Bemühungen ſich dem Ziele immer mehr nähern könne, leidet keinen Zweifel, und ſelbſt dieſes iſt ſchon bedeutend für das Intereſſe der Theorie und der Praxis.

Schon die bloſse Ueberſicht der verſchiedenen Theorien, die man bis jetzt erdacht hat, um das Aufſchwellen und die Zuſammenziehung der Muskeln zu erklären, iſt hinreichend, zwei weſentliche Fehler bemerkbar zu machen, an denen alle dieſe Theorien, obgleich in verſchiednen Graden, leiden.

Der erſte Fehler iſt, daſs man ſtets nur die höheren Thierarten im Sinne gehabt hat. Alles, was man an der äuſsern und innern Conſtitution ihrer Muskeln wahrnahm, hielt man für gleich weſentliche und unabläſſige Bedingung der Muskular-Bewegung, und jedes mechaniſche Geſetz, welches ſich auf irgend eine dieſer Modificationen der Muskular-Struktur höherer Thierarten beziehen lieſs, hat zu ſeiner Zeit für die ausſchlieſsend weſentliche Bedingung aller animaliſchen Bewegung gegolten. Seitdem, eine gründlichere Einſicht in den ganzen Umfang der thieriſchen Weſen, als das Ziel der Phyſiologie anerkannt worden iſt, hat man das Beſchränkte dieſer Aufſtellung des Problems nicht unbemerkt gelaſſen. An den äuſserſten Gränzen des Thierreichs verſchwinden beinahe alle die Charaktere, welche man bei den Muskeln höherer Thierarten für weſentliche Bedingungen jeder Turgeszenz hielt; nichts deſtoweniger erſcheint auch hier die thieriſche Materie gleichfalls mit der Fähigkeit begabt, ſich durch innere und äuſsere Reizungen zuſammenzuziehn. Die faſerige Textur, die Anhäufung in längliche Bündel, die ſpindelförmige Geſtalt, welche zwiſchen zwei feſten Anheftungspunkten eine bauchige Erweiterung darbietet, ja ſelbſt die Inſertion von beſtimmten Zweigen des vaskulöſen Syſtems, ſind daher nur als Modificationen zu betrachten, welche nicht weſentlich zum Zweck der thieriſchen Contractilität gehören, ſondern nur zu Nebenzwecken dienen, nämlich zur

gröſseren Beſtimmtheit, Leichtigkeit und Ausdauer dieſer urſprünglichen thieriſchen Function bei vollkommneren Thieren; da bei den gallertartigen Mollusken und bei den aus einer einfachen Membran beſtehenden Zoophyten, ſelbſt das Vergröſserungsglas, keinen von dieſen Charakteren entdeckt, und doch die Muskular-Contractionen in ihnen ohne Zweideutigkeit Statt finden. Laſſen wir aber dieſe ſecundären Modificationen der thieriſchen Bewegungsorgane fallen, ſo bleibt uns, als weſentlicher Charakter derſelben, nur die Grundeigenſchaft übrig, daſs die innere Cohäſion ihrer Beſtandtheile veränderlich iſt, ſo daſs ſie durch die ſogenannten Reize bald geſteigert, bald vermindert werden kann. Dieſe Eigenſchaft iſt aber etwas Urſprüngliches, als ſolches nicht weiter zu Bezweifelndes. Denn ob das abſolute Volum eines Muskular-Organs während der Contraction in ſich vermindert werde, iſt bekanntlich bezweifelt worden; ja man hat es ſogar auf den Grund factiſcher Unterſuchungen geläugnet: daſs man aber mehr Kraft verwenden müſſe, um einen lebendigen ſo eben contrahirten Muskel, als um einen todten oder ſchlaffen zu zerreiſſen, kann man nicht bezweifeln, ſelbſt abgeſehen von den evidenteſten Thatſachen; denn es iſt dieſes gewiſſermaſsen das Phänomen der Contraction ſelbſt, mit andern Worten ausgedrückt.

Der zweite Fehler, der ſich an den bisherigen phyſiſchen Theorien der Muskular-Contraction rügen läſst, iſt, daſs man in ihnen meiſtentheils nur

das Mechaniſche dieſer Zuſammenziehung beachtet hat; man verglich *bedingte* Bewegung im Muskel mit irgend einer ähnlichen Bewegung eines unorganiſchen Syſtems, und erklärte und berechnete ſie nach den Geſetzen dieſes als Bild dienenden lebloſen Mechanismus, das *bedingende* aber, das wahrhaft urſachliche, wurde zu oft überſehen; wie nämlich es denkbar ſey, daſs der Reiz, als chemiſche Action beginnend, in eine mechaniſche Kraftäuſserung ende.

Die elektriſchen Reizverſuche, welche ſich ſeit Galvani zu einer ſchätzbaren, aber etwas ſchwerfälligen Maſſe angehäuft haben, gewährten ſchon früh über manches einzelne Detail der Muskular-Contraction mehrere genügende Aufſchlüſſe. Späterhin ergab ſich, daſs bei dieſer Klaſſe von elektriſchen Wirkungen ſtets auch ein chemiſcher Gegenſatz eingeleitet wird, ſo daſs der nicht unbequeme Ausdruck: einer durch + E und — E bedingten Oxygen- und Hydrogen-Polarität, nunmehr durch viele Thatſachen gerechtfertigt iſt. Und nun entſtand für die Phyſiologie die Hoffnung, in die chemiſchen Bedingungen des Muskular-Reizes mit faktiſcher Klarheit einzudringen. Aber das Mechaniſche des Phänomens, das Band, wodurch für gewiſſe thieriſche Theile eine erhöhte innere Cohäſion mit dem veränderten chemiſchen Zuſtande zuſammenhängt, liegt noch in einem ſolchen Dunkel, daſs meines Wiſſens noch niemand gewagt hat, hierüber auch nur eine Ahnung auszuſprechen: dieſer

Umſtand allein ſchon läſst mir einige Nachſicht für den folgenden rohen Verſuch erwarten, einem Zuſammenhange beider Klaſſen von Erſcheinungen nachzuſpüren.

1.

Aus mehreren Wahrnehmungen, die ſich mir bei einer früheren Unterſuchung darboten, hielt ich mich unlängſt für berechtigt das Reſultat zu ziehen, daſs bei Anwendung des elektriſchen Proceſſes auf unorganiſche Körper, erweislich, *zugleich mit der galvaniſch-veränderten chemiſchen Verwandtſchaft auch eine Modification der mechaniſchen Cohäſion gegeben ſey**). Hat es mit dieſem Reſultat ſeine Richtigkeit, ſo könnte uns vielleicht hierdurch der Weg vorgezeichnet ſeyn, auf dem wir für die Muskular-Contraction, welche ihrem Weſen nach nichts als erhöhte Cohäſion iſt, den Uebergang von der bedingenden chemiſchen zur bedingten mechaniſchen Action zu ſuchen hätten.

Wenn in einer kräftig wirkenden elektriſchen Säule der Zuleiter des einen Pols eine bedeutende Leitungsfähigkeit und zugleich eine groſse innere Beweglichkeit beſitzt, (wie z. B. Queckſilber,) und wenn der Zwiſchenleiter ein durch Galvanismus chemiſch zerſetzbarer Körper iſt, ſo entſteht im Augenblick der Schlieſsung der Säule ein erhöhter Grad von wechſelſeitiger Cohäſion zwiſchen beiden, der ſich durch ſehr bedeutende Erſchütterungen und Aenderung in der Geſtalt der gemeinſchaftlichen Begränzung beider

*) Wahrnehm. über das gleichzeit. Entſtehn im mechan. Cohaerenz u. chem. Verwandtſchaft, *Annal. N. F.* B. 2. S. 263 f.

Körper äuſsert, wodurch das ganze Syſtem in Bewegung geräth.

Dieſe allgemeine Analogie verwandelt ſich in ein auffallend treues Bild aller Details einer durch Galvanismus bedingten Muskular-Contraction, wenn man folgende Zuſammenſtellung wählt, auf die ich erſt geführt wurde, nachdem ich die erwähnte Abhandlung bekannt gemacht hatte.

Man hänge an dem einen Arme einer genugſam empfindlichen Wage, mittelſt eines feinen Metalldrahts, eine gut centrirte Adhäſions-Platte, ſtelle unter derſelben eine Queckſilberfläche, die mit einer ſehr dünnen Waſſerſchicht bedeckt iſt, bringe die Adhäſions-Platte mit dieſem Waſſer in Berührung, und lege in die Wageſchale an dem andern Arme ſo viel Gewicht, daſs die Platte nicht bloſs ſchwebend erhalten werde, ſondern daſs auch die ganze Waſſermenge ſich unter ihr in Geſtalt einer cylindriſchen Hohlkehle anhäuft, und dem Abreiſsen möglichſt nahe ſey. In dieſem Zuſtande befand ſich meine Wage, als ich ſie mit dem einen Pole, und das Queckſilber mit dem entgegengeſetzten Pole einer thätigen elektriſchen Säule verband, die ich in 2 gleichen noch unverbundenen Theilen aufgebauet hatte; noch war alſo der Kreis nicht geſchloſſen: Dieſe Schlieſsung geſchah mittelſt eines Hebels, der die in 2 gleiche Schenkel getheilte Säule in Verbindung ſetzte, ohne der weit davon entfernten Wage die mindeſte Erſchütterung mitzutheilen. Im Moment der Schlieſsung erhielt die Platte durch die vermehrte Cohäſion des Waſ-

fers und des Queckſilbers einen bedeutenden Impuls; ſie wurde heruntergezogen, während das Waſſer rund umher von ihrer Peripherie hervorſchnellte, wodurch die mit einigen Unzen beſchwerte Wage ſich bedeutend neigte. Dieſe Bewegung war jedoch mehr ein Stoſs oder eine Zukkung zu nennen, als ein dauernder Ausſchlag; denn kurz nach der Schlieſsung, und während ſie noch dauerte, ging der Wagebalken beinahe wieder in ſeinen vorigen Stand zurück. Der ihr im Moment der Schlieſsung mitgetheilte Impuls war hingegen ſo lebhaft und deutlich, daſs die entgegengeſetzte Schale dadurch meiſtentheils in pendelartige Bewegungen gerieth, und die Zunge der Wage mehrere Grade ihres Bogens durchlief. Dieſe ausgezeichnete Wirkung bleibt nie aus, und iſt auch an beiden Polen meiſtentheils gleich.

Daſs dieſe Bewegung durchaus nicht eine gewöhnliche elektrometriſche Anziehung iſt, habe ich für andere Erſcheinungen dieſer Klaſſe bewieſen; auch ergiebt ſich das von ſelbſt ſchon aus der Gröſse der Maſſen, die in Bewegung geſetzt werden, und aus dem Umſtande, daſs das ganze Syſtem uniſolirt ſeyn kann, ohne daſs dieſes irgend einen Einfluſs auf den Erfolg hat. Die Adhäſions-Platte giebt uns folglich hier das treue Bild einer Schlieſsungs-Contraction, deren Bedingung keine andere iſt, als gleichzeitige Aenderung der chemiſchen Verwandtſchaft und mechaniſchen Cohaeſion zwiſchen feſte und feuchte Leiter. Dieſe Bedingungen aber ſind

auch das, was wir als das Wesentliche bei der galvanisch gereizten Muskelfaser vorfinden.

Die Aehnlichkeit der Bewegungen der Wage mit denen der gereizten Muskelfaser beschränkt sich indefs nicht auf diesen ersten Zug. Oeffnet man den Kreis, nachdem der Wagebalken wieder in Ruhe gekommen ist, so stellt sich das vorige Gleichgewicht der Cohäsionskräfte nach aufgehobener chemischer Reaction wieder ein, aber immer mit einer solchen Beschleunigung, dafs das System wiederum erschüttert wird, und die Platte jedesmal losreifst, wobei der Wagebalken die *Trennungs-Contraction* des Muskels nachahmt. Also auch hier geschieht der Uebergang aus einer bestimmten Thätigkeit in die vorige Indifferenz durch eine positive Bewegung, ähnlich der, welche die erste Aufhebung des Gleichgewichts bezeichnete.

Ich sage *ähnlich*, — aber nicht gleich. Und dieses begründet eine dritte Uebereinstimmung des Bildes mit der bezeichneten Sache. In der That, so wie die Schliefsungs-Contraction des Muskels allerdings sich durch einige, obgleich schwer aufzufassende, aber doch reelle Charaktere, von der Trennungs-Contraction unterscheidet; so finden wir es auch hier bei der auf veränderte Cohäsion sich gründenden Schliefsungs- und Trennungs-Zukkung der Wage. Bei der *Schliefsung* reifst die Platte durchaus nie ab, so nahe dem Abreifsen sie auch durch das aufgelegte Gegengewicht, und so heftig und erschütternd der Impuls gewesen seyn

mag. Bei der *Trennung* hingegen geſchieht unausbleiblich das Gegentheil; und wenn man auch das Gegengewicht bedeutend vermindert, ſo iſt doch die poſitive Acceleration, mit welcher ſich der vorige Grad der Cohäſion wieder darſtellt, ſtets ſo groſs, daſs die Platte abgeſtoſsen wird.

Endlich treten noch während der ganzen Zeit des Geſchloſſenſeyns der Kette an der Adhäſionsplatte gewiſſe Bewegungen ein, die eine wunderbare Analogie mit dem haben, was wir unter gleichen Umſtänden am gereizten Muskel wahrnehmen. Die Wage nemlich bleibt in Ruhe, die Adhäſionsplatte, die ſie trägt, liegt oder fällt *alſo* nicht; wenigſtens nicht merkbar; aber deſſen ungeachtet findet während der ganzen Zeit des Geſchloſſenſeyns eine innere Vibration der flüſſigen Theile des Leiters Statt, die ſich durch Schwingungen und Undulationen anzeigt, welche zu ſchnell auf einander folgen, und eine zu geringe abſolute Intenſität haben, um den Wagebalken in wahrnehmbare Schwingungen zu verſetzen. Die Urſache dieſer ſo ſchnell auf einander folgenden Undulationen iſt wahrſcheinlich keine andere, als die partiellen Entladungen der galvaniſchen Elektricität, welche durch die unvollkommene Ableitung des Waſſers nie abſolut abgeglichen werden kann; ſo daſs ſtets auf kleine ſich anhäufende Grade der Spannung gleiche partielle Grade der Entladung folgen. Während des Anhäufens wird nun die abſolut geſteigerte Cohäſion etwas über ihr Maximum gebracht, um bei der ihr

correſpondirenden partiellen Entladung etwas unter das Maximum zu fallen, woraus ein Schwanken der Berührungsfläche des Waſſers und des Queckſilbers über und unter die eigentliche Curve, die für ſie durch das Schlieſsen überhaupt beſtimmt wird, entſtehen muſs. Mit einem Worte, der erhöhte Grad der Cohäſion bleibt ſich nicht abſolut gleich während des Geſchloſſenſeyns; er leidet continuirlich kleine partielle Ab- und Zunahmen, obgleich im Ganzen die Cohäſion geſteigert bleibt, ſo lange der geſchloſſene Kreis die chemiſche Zerſetzung einleitet.

Beim gereizten Muskel ſpringt nun das Analoge hiervon ganz deutlich in das Auge. Auf die Schlieſſungs-Contraction folgt ein Zuſtand, wo der Muskel ſeine abſolute Lage nicht mehr durch eigentliche Zuckungen anderweitig ändert, wo man aber doch leicht ein inneres Schwingen und Oscilliren der Muskelbündel wahrnehmen kann, welches nur mit dem Oeffnen des Kreiſes aufhört. Und ſollte uns dieſe Beobachtung in einigen Fällen ſchwierig werden, ſo können wir uns geradezu auf unſer eigenes Gefühl berufen, das wir haben, während wir uns im Kreiſe einer kräftigen Säule befinden. Die kriebelnde Empfindung, die nur beim Oeffnen der Säule aufhört, zeigt deutlich an, daſs der hervorgebrachte Zuſtand von Spannung ſtets innerhalb gewiſſer Gränzen ſchwankt; und daſs die Urſache, die ihn bedingt, nicht mit einem durchaus conſtanten Grade gereizt iſt.

Wir haben alſo an dieſen Bewegungen eines unorganiſchen Syſtems ein auffallend treues Bild der Veränderungen, die unter ganz gleichen Umſtänden das organiſche Syſtem des Muskels erleidet; und wie einſt Volta ſeiner Säule die Form eines elektriſchen Fiſches gab, um gleichſam ſpielend die Identität beider Wirkungen um ſo anſchaulicher zu machen, ſo könnte man leicht an einer Zuſammenfügung von Hebeln mittelſt einer Adhäſions-Platte alle mechaniſchen Erfolge der galvaniſchen Reizung darſtellen. Ob das chemiſche Princip in beiden Erſcheinungen daſſelbe ſey, oder ob vielmehr das galvaniſche Automat eben *ſo wenig der wahren Bedingung* thieriſcher Contractionen folgt, wie etwa das von Edgeworth verfertigte hygroſkopiſche den Park durchwandelnde Reh; iſt eine Frage, die allerdings einen ernſteren würdigeren Ausdruck verdient, als den ſie hier erhält.

Auf jeden Fall entſtehen oft aus der Aehnlichkeit einer neuen Reihe von Erſcheinungen mit den längſt bekannten, neue Momente der Unterſuchung, an die man ſich nicht ſcheuen muſs, die factiſche Prüfung anzuknüpfen; denn wo von Qualitäten die Rede iſt, würden wir keine bedeutenden Fortſchritte machen, wenn es geſetzlich wäre, ſie nur nach bereits erwieſenen Analogien aufzuſuchen.

2.

Die Schlieſsungs- und Trennungs-Zuckungen der Wage durch vermehrte und verminderte Cohäſion führen folgende Momente der Unterſuchung herbei:

1. Vermindert ſich im Momente der Schlieſſungs-Contraction des Muskels das abſolute Volumen deſſelben?

2. Vermindert es ſich ebenfalls, oder *vermehrt* es ſich vielleicht über ſein mittleres Volumen bei der Trennungs-Contraction?

3. Wie verhält ſich das Volumen und der ganze Zuſtand des Muskels während des Geſchloſſenſeyns und des Aufſchwellens überhaupt?

4. Wie hat man ſich zufolge faktiſcher Analogien mit den anorganiſchen Erſcheinungen die Störung des chemiſchen Gleichgewichts bei galvaniſch-gereizten thieriſchen Theilen zu denken?

Die Wichtigkeit der *erſten* Frage hat man ſchon früh gefühlt, und viel theoretiſchen und mathematiſchen Scharfſinn auf die Auflöſung derſelben verwendet, und iſt auch hie und da zu empiriſchen Unterſuchungen geſchritten; doch erhielt man auf beiden Wegen widerſprechende Reſultate. Denn nach einigen ſoll der contrahirte Muskel ſein abſolutes Volumen vermindern, nach andern nicht. Die *zweite* Frage, die Trennungs-Contraction belangend, iſt, ſo viel ich weiſs, nie einer faktiſchen Unterſuchung unterworfen worden. Daſſelbe gilt von der *dritten* Frage, welche die Dimenſion des Muskels während des Geſchloſſenſeyns betrifft, oder allgemeiner ausgedrückt, während einer anhaltenden Contraction überhaupt, es ſey durch äuſsere Reizmittel, oder durch das Innere des Willens bei einer gleichförmig dauernden auf Bewegung gerichteten Gehirnthätig-

keit *(Cephalergium motus)*. Dieſe drei erſten Fragen ſind ſo nahe verwandt und der Weg zu ihrer Beantwortung iſt ſo übereinſtimmend, daſs wir ſie hier füglich zuſammenfaſſen können; und nur die *vierte*, über das Entſtehen des geſtörten chemiſchen Gleichgewichts, werde ich abgeſondert und für ſich behandeln.

3.

Um über die Volum-Veränderungen des Muskels in den drei Perioden der galvaniſchen Reizung auf empiriſchem Wege etwas feſtzuſtellen, nahm ich einen Glas-Cylinder von 7 Zoll Höhe und 2 Zoll Weite, ſchliff in ihn nahe am Boden ein kleines Loch ein, und paſste auf die Mündung des Cylinders einen gut zubereiteten Korkſtöpſel völlig waſſerdicht. Durch den Kork gieng eine oben und unten offene Glasröhre von ſehr engem Caliber und auſserdem noch ein Platindraht. Ein ähnlicher Draht wurde in das untere in den Cylinder eingeſchliffene Loch waſſerdicht eingekorkt. Darauf ſchnitt ich von einem lebendigen Aal ein Stück 4 bis 5 Zoll lang, und zwar an der Stelle des Schwanzes ab, wo keine Höhlung mehr zur Aufnahme der Eingeweide iſt, und die als ein Continuum von Muskeln zu betrachten iſt. Das Rückenmark wurde mit dem einen Draht, und irgend ein Punkt der Muskeln mit dem andern Drahte verbunden, und ſo der thieriſche Theil in den mit Waſſer ganz angefüllten Cylinder gebracht. Durch das Aufdrücken des Deckels zur Verſchlieſsung des Ganzen ſtieg natürlich etwas Waſ-

ſer in die Glasröhre; die Stelle, wo es darin ſtehen blieb, wurde genau bezeichnet, und nun zur Reizung des thieriſchen Präparats mittelſt einer mäſsig ſtarken Säule geſchritten.

Bei den häufigen Wiederholungen dieſes Proceſſes ſowohl mit demſelben thieriſchen Individuo, als mit verſchiedenen andern, erhielt ich ſtets daſſelbe Reſultat. Im Moment der Schlieſsung fiel jedesmahl das Waſſer in der Röhre um 4 bis 5 Linien, und zwar mit einem einzigen Ruck, der ſo inſtantan war, wie das Contrahiren des Muskels ſelbſt. Bald darauf ſtieg das Waſſer, ungeachtet die Kette geſchloſſen blieb, wieder auf das vorige Niveau, aber viel langſamer, als es gefallen war; und ſo erhielt es ſich ohne wahrnehmbare Veränderung während der ganzen Dauer des Geſchloſſenſeyns. Bei der Trennungs-Contraction endlich fiel das Waſſer wieder eben ſo ſchnell und eben ſo tief, als bei der Schlieſsungs-Contraction, und nachher ſtellte ſich das vorige Niveau wieder her.

Dieſe Erſcheinungen haben etwas Paradoxes, denn ſie ſcheinen mit keiner Theorie übereinzuſtimmen; weder mit der, welche eine Verminderung des Volums bei der Muskularaction feſtſetzt, weil während des Geſchloſſenſeyns, wo doch der Muskel nicht in ſeinem natürlichen Zuſtande iſt, keine wahrnehmbare Verdichtung Statt findet; noch mit der entgegengeſetzten Theorie, weil im Moment des Schlieſsens und Oeffnens, wo doch die eigentliche Contraction eintritt, allerdings eine Verdichtung

des Muskels angezeigt wird. Hieraus erklärt sich auch die Möglichkeit des negativen Resultats in Gilpin's Versuchen, als er auf demselben Wege, den wir so eben einschlugen, durchaus *keine* vermehrte Dichtigkeit bei den gereizten Muskeln des Aals wahrnahm. Er wendete aber auf das thierische Präparat blofs mechanische Reizmittel an. Nun wirken diese nie so kräftig und so instantan, wie die Elektricität, daher mag in seinen Versuchen die Schliefsungs-Contraction ganz weggefallen und der thierische Theil geradezu in einen Zustand versetzt worden seyn, dem des Geschlossenseyns der Kette gleich, ohne diejenige Acceleration zu zeigen, welche das Oeffnen und Schliefsen derselben charakterisirt.

Aus unsern Versuchen ergiebt sich nun aber, dafs die Schliefsungs- und Trennungs-Contraction allerdings mit einer nicht ganz unbedeutenden Vermehrung der Dichtigkeit im Muskel verbunden ist, und dafs in dieser Hinsicht Croone und Gilpin Unrecht hatten, sie zu läugnen. Es bedarf also für diesen Fall nicht Croone's mathematisch-atomistischer Hypothese, dafs die Molekulen der Muskelfaser Sphäroïden sind, die während der Turgescenz mit der kurzen Axe, während der Erschlaffung mit der langen Axe in der Richtung der Muskelfaser liegen, um begreiflich zu machen, wie der Raum, *den sie erfüllen*, *nie* verkleinert wird, da wir sehen, dafs dieser Raum bei der Contraction wirklich vermindert wird.

Wichtiger noch ist das Resultat in Hinsicht auf die Trennungs-Contraction. Sie wird uns hier als ihrem Wesen nach gleichartig mit der Schliefsungs-Contraction gegeben; sie ist also nicht, wie viele *a priori* geschlossen haben, die blofse Rückkehr zum vorigen Grade des natürlichen Tons, (ein blofses Nachlassen desjenigen, was übermäfsig gespannt war;) sondern diese plötzliche Aufhebung des gestörten Gleichgewichts, welche mit einer gewissen Acceleration eintritt, bedingt etwas Positives, eine eben so grofse Verminderung des Volumen, wie bei der Schliefsungs-Contraction. Einer andern Hypothese gemäfs, sollte die Trennungs-Contraction in einer wahren mechanischen *Expansion* bestehen, während nur die Schliefsungs-Contraction wahrhaft *contractiv* wirke. Das Resultat unseres Versuchs ist dieser Hypothese eben so ungünstig: demselben gemäfs ist die Trennungs-Contraction der Art und dem Grade nach eben so eine wahre *Contraction*, eine wahre Vermehrung der Dichtigkeit, wie die Schliefsungs-Zuckung.

Höchst paradox erscheint aber in unserm Versuche der Zustand des Muskels während des Geschlossenseyns der Kette. Die Dimensionen desselben sind dieselben, wie im ungereizten Zustande, ungeachtet der Spannung und der erhöhten Thätigkeit, in welcher er begriffen ist.

Um diesem Punkte die Aufmerksamkeit zu widmen, welche er verdient, wollen wir vorläufig noch einmal auf unsere Cohäsions-Versuche zurückblik-

ken. Bewundernswerth iſt ihre durchgängige Uebereinſtimmung mit dem Detail der eben erwähnten Dimenſions-Schätzungen. Wo ſich die Adhäſions-Platte dem flüſſigen Leiter mit Beſchleunigung näherte, da näherten ſich auch an einander die Elemente des Muskels, und das Waſſer fiel mit Beſchleunigung, nehmlich bei der Schlieſsung und Trennung; und wo während des Geſchloſſenſeyns der die Platte tragende Hebel wieder in die vorige horizontale Lage zurücktritt, da ſteigt auch das Waſſer in der Röhre wieder auf ſein voriges Niveau, und zwar in beiden Fällen mit einer ähnlichen Geſchwindigkeit, die viel geringer iſt, als die des Fallens bei der Schlieſsung und Trennung. Das Hin und Herſchwingen des Waſſers unter der Adhäſions-Platte, und die darauf ſich beziehenden Undulationen des Syſtems der flüſſigen Leiter, beweiſen aber, daſs deſſen ungeachtet während des Geſchloſſenſeyns kein abſolut beharrlicher Adhäſions-Zuſtand Statt findet, ſondern daſs vielmehr eine Reihe von elektriſchen Spannungen und Entladungen ſchnell auf einander folgen, welche correſpondirende gleiche Cohäſions-Zunahmen und Abnahmen ſo continuirlich bedingen, daſs die Platte und der ſie tragende Hebel in ſcheinbarer Ruhe ſchweben, obgleich ſie in der That von zwei entgegengeſetzten Kräften ſollicitirt werden. Alle Verſuche, die Beweglichkeit des Hebels ſo groſs zu machen, daſs ſich die entgegengeſetzten Wirkungen, welche die Un-

dulationen bedingen, auch an ihm aussprächen, sind bis jetzt fruchtlos geblieben.

Als ich an die vergleichende Untersuchung der unter Wasser gemessenen Dimensionen gieng, hatte ich die Hoffnung, es würde sich hier an einer zitternden Bewegung der gehobenen Wassersäule der innere Wechsel der Cohäsions-Zustände des Muskels während des Geschlossenseyns eben so äussern, wie an den Undulationen der Platte. Dieses erfolgte aber nicht; die Wassersäule schien unbeweglich eben wie der Wagebalken, und begreiflich aus derselben Ursache. Wie dieser zeigt sie nur das totale Resultat, = Ruhe, an, nicht aber die partiellen, Schwingungsartigen, entgegengesetzten Bewegungen, die im Innern des Muskels während einer fortgesetzten Contraction Statt finden.

Ich musste mich also nach anderen Wahrnehmungen umsehen, um über die Realität dieses innern Wechsels der Cohäsions-Zustände des Muskels während der Turgescenz etwas Befriedigendes zu erforschen. Das Resultat dieser Wahrnehmungen ist, dass weder der galvanische äussere Reiz, noch der innere der Willensthätigkeit, je den Muskel in eine beharrliche, absolute, gleichförmig dauernde Spannung versetzen können, sondern dass dieser Zustand der Turgescenz immer ein Resultat ist sehr vieler auf einander folgenden partiellen Actionen, deren Rhythmus verschieden, und zwar um so schneller ist, je grösser die Intensität der totalen Muskular-Action ist. Ich finde, dass die Wahrnehmun-

gen, auf welche ſich dieſe Meinung ſtützt, durch zwei Sinne zu erhalten ſind: durch das Gemeingefühl und durch eine akuſtiſche oder wenigſtens pſeudo-akuſtiſche Senſation.

Giebt man auf ſich Acht während irgend einer durch anhaltende Willensthätigkeit fortgeſetzten Anſtrengung eines Gliedes, wie bei den gewöhnlichen gymnaſtiſchen Uebungen oder Proben der Kraft des Armes, ſo wird man ohnfehlbar durch das Gemeingefühl unzweideutige Spuren eines Wechſels von Anſtrengen und Nachlaſſen, von Contractionen und Relaxationen wahrnehmen. Man halte z. B. das Rapier mit verwendeten Augen dem Gegner hin, damit er in ganz willkührlichen Tempos ſein Mögliches verſuche, um es uns aus der Fauſt zu ſchlagen oder zu liiren: oder man ergreife eine Jagdflinte bei der Mündung, und halte ſie mit ausgeſtrecktem Arme in horizontaler Richtung: oder man faſſe zwiſchen die Zähne einen Stab, deſſen entgegengeſetztes Ende durch Belaſtung ein groſses Moment des Widerſtandes leiſtet; ſo hat man in allen dieſen Fällen nicht das coenäſtheſiſche Gefühl einer auf einen gewiſſen Grad geſtimmten und continuirlich darin beharrenden Contraction, ſondern man fühlt vielmehr eine Reihe von Abſätzen, gleichſam von Impulſen, deren abſolute Stärke und Schnelligkeit des Wechſels immer im genauen Verhältniſſe iſt mit dem Grade der Kraftäuſserung, mit welcher der Wille die Muskeln anſtrengt. Die Spannung des Muskels erſcheint uns alſo nicht

als eine abſolute ſich gleich bleibende Stimmung der ein für allemal erhöhten Cohäſion, ſondern das Gefühl deutet ganz beſtimmt neben bei auf ein fortwährendes Spiel von erhöhten und nachlaſſenden Wirkungen, ganz ähnlich denen, die ſich in unſerm Bilde durch die Undulationen während des Geſchloſſenſeyns der Kette ergeben, das heiſst, während überhaupt die Cohäſionskraft eines beweglichen Syſtems durch den elektriſchen Einfluſs in einen geſteigerten Zuſtand anhaltend verſetzt wird.

Die kriebelnde Empfindung, die man hat, während man in der geſchloſſenen Kette verbleibt, und die partiellen zitternden Contractionen, die wir am thieriſchen Präparate unter denſelben Umſtänden wahrnehmen, finden alſo durch die eben erwähnte coenäſtheſiſche Empfindung ihr Analoges auch für die Fälle, wo es der Wille iſt, der die anhaltende Contraction bedingt. Man könnte jedoch zweifeln, ob auch dieſe Wahrnehmung des bloſsen Gemeingefühls untrüglich genug ſey, und ob der Wechſel, den man im Cohäſionszuſtande des angeſtrengten Muskels zu fühlen wähnte, nicht vielleicht eine bloſse pſychiſche Täuſchung ſey. Da wir nemlich die Thätigkeit des Willens als Phänomen durch den inneren Sinn nur unter der Bedingung einer Zeitfolge erkennen, und folglich als Impulſe, die ſich in verſchiedenen Momenten erneuern, ſo wäre in der That die Täuſchung nicht unmöglich, daſs wir *der ſubjectiven Vorſtellung* der als ſucceſſiv angeſchauten Willensthätigkeiten, die den Muskel anhaltend

ſpannen, unvermerkt einen *objectiven* Werth unterlegten, und wähnten, dieſes Succeſſive im Organe ſelbſt durch den äuſsern Sinn zu empfinden. Sonderbar wäre es doch immer, dafs eine ſolche pſychiſche Täuſchung nur für die *Willensthätigkeit* Statt findet, und nicht für die Senſibilität bei Wahrnehmung äuſserer Eindrücke auf die Sinne. Bei dieſen zerfällt ebenfalls für den innern Sinn die Apprehenſion einer lange fortgeſetzten einförmigen Senſation in mehrere Momente der Zeit; deshalb aber entſteht uns nicht die Illuſion eines dieſer Zeitfolge entſprechenden Wechſels im Zuſtande des afficirten Organs. Bei der Senſibilität iſt einförmige Continuität, ſowohl für die Vorſtellung, als für die wahrgenommene Modification des Organs. Warum ſollte es anders ſeyn bei den Bewegung hervorrufenden Gehirnthätigkeiten (*Cephalergiis motuum*). Um jedoch den erwähnten Zweifel factiſch zu löſen, ſuchte ich durch irgend einen andern Sinn die für zweideutig gehaltene Wahrnehmung des Gemeingefühls während der Turgeſcenz zu beſtätigen.

Drückt man bei Abweſenheit alles äuſseren Geräuſches das Ohr gegen einen nicht zu weichen Gegenſtand feſt an (am beſten des Nachts gegen ein hartes Küſſen), und contrahirt dann ſtark und anhaltend die Maxillarmuskeln; ſo hat man die ſubjective Empfindung einer Reihe von abgeſonderten Geräuſchen (denn eigentliche Schalle oder Töne ſind es nicht). Dieſe folgen auf einander in gleichförmigem Rhythmus, ſo lange die Contraction der

Muskeln ſich gleich bleibt. Beſtimmt ſie aber der Wille ſtärker, ſo nimmt auch ſogleich die Reihe der Pulſe einen beſchleunigten Rhythmus an, und mit dem nachlaſſenden Drucke der Kinnladen gegen einander entſteht eine correſpondirende Retardation in der Zeitfolge der wahrgenommenen Geräuſche.

Beſſer noch gelingt dieſe Beobachtung, wenn man die Kinnladen gegen einen dazwiſchen gehaltenen Körper zuſammendrückt; wenn man z. B. in einem Tuch einen Knoten macht, und in dieſen mit zunehmender Gewalt beiſst. Das angelehnte Ohr vernimmt die Zeitfolge der Geräuſche immer ſchneller und ſchneller im Verhältniſs mit der geſteigerten Aeuſserung der Muskularkraft. Bei einem mäſsigen Grade derſelben läſst ſich die Empfindung am beſten vergleichen mit dem ſogenannten Spinnen der Katze. Bei einer viel gröſsern Energie der Contraction kann man ſieben bis acht Pulſe auf die Secunde abſchätzen. Bewirkt aber der Wille den äuſserſten für das Individuum möglichen Grad der Spannung der Kaumuskeln, ſo wird die deutliche Wahrnehmung des Rhythmus unmöglich, theils weil bekannter Maſsen das geübteſte Unterſcheidungsvermögen nicht zu mehr als 10 bis 11 Actus des Bewuſstſeyns in der Secunde ausreicht, theils weil jede Muskularaction, die an das Aeuſserſte unſerer Kraft grenzt, für die kurze Zeit ihrer Dauer alle Beſinnung unmöglich macht, und gleichſam nur in einem *furor brevis* vollzogen wird.

Auch bei andern Muskeln läſst ſich der jede anhaltende Turgeſcenz begleitende innere Wechſel der Cohäſion durch das Gehör wahrnehmen. Man ſtütze z. B. den Ellenbogen auf, lege die innere Fläche der Handwurzel dicht an das Ohr an, beuge die Hand in die Supination zurück, und drücke nun die geballte Fauſt mit verſchiedenen Graden von Kraft zuſammen, ſo wird man gerade, wie in den eben erwähnten Fällen, eine Reihe von Geräuſchen wahrnehmen, deren Rhythmus und Intenſität durchaus der jedesmaligen Kraftäuſserung correſpondiren.

Die coenäſtheſiſche Wahrnehmung trög uns alſo nicht; es fand bei ihr keine Illuſion Statt durch Uebertragung des *Succeſſiven* in der angeſchauten Willensthätigkeit auf einen nicht wirklich vorhandenen Wechſel im Organe; denn wie käme die Illuſion dazu, dieſen Wechſel, wenn er bloſs eingebildet wäre, mit den beſtimmten Qualitäten eines hörbaren Phänomens auszuſtatten? Was man alſo gegen die allerdings an und für ſich ſehr verworrenen Wahrnehmungen der *Coenäſtheſis* einwenden könnte, fällt weg, da ſich im Zuſtande des aufſchwellenden Muskels auch für einen andern mehr objectiven Sinn derſelbe Wechſel der Wirkungen äuſsert.

Um jedoch die Realität dieſer ſucceſſiven Modificationen der abſolut erhöheten Cohäſion bei turgeſcirenden Muskeln über allen Zweifel zu erheben, ſuchte ich ſie bei einem andern Individuum durch das Gehör wahrzunehmen, und es gelang mir gleich beim erſten Verſuch über jede Erwartung. Ich lieſs

jemanden den Ellenbogen aufſtemmen, drückte mein Ohr dicht an die innere Fläche ſeiner Handwurzel, und bat ihn, nun nach zufälliger Willkühr die in der Supination begriffene Fauſt bald mehr bald weniger kräftig zuſammen zu drücken, bald ohne alle Willensanſtrengung der Ruhe zu überlaſſen. Es erwies ſich nun, daſs ich, ohne je zu irren, ihm ſagen konnte, wann er eine Contraction vornahm oder nicht, und wann ſein Wille den Grad einer bereits vorhandenen Anſtrengung vermehrte oder verminderte. Und als wir die Rollen vertauſchten, gelang meinem Freunde, einem geübten Beobachter, das Behorchen meiner Willensthätigkeit eben ſo gut, wie mir das Belauſchen der ſeinigen, und ihm fiel dabei zuerſt die ſehr paſſende Vergleichung dieſer Gehörwahrnehmung mit der des Spinnens der Katze ein.

Ich glaube aus dieſen Thatſachen folgern zu dürfen, daſs auch bei der durch den Willen beſtimmten anhaltenden Turgeſcenz der Muskeln ein Cohäſionswechſel von partiellen Contractionen und Relaxationen Statt findet, ſo daſs auch hier die abſolut vermehrte Cohäſion nebenbei noch zwiſchen gewiſſen Grenzen hin und her ſchwankt. Dieſes Vergleichen mit den durchaus ähnlichen Cohäſions-Phänomenen eines galvaniſch behandelten unorganiſchen Syſtems lieſse durch Induction auf eine correſpondirende Aehnlichkeit der Urſachen ſchlieſsen, die in beiden Fällen wirkſam ſind. Die Einwirkungen des Gehirns auf das Muskular-Syſtem geſchähen demnach

nach dem Typus von ſucceſſiven Entladungen, die in jedem Momente ſich zur Indifferenz abgleichen, und continuirlich durch neue Ladungen und Entladungen erneuert werden, ſo lange der totale Effekt der Turgeſcenz bleiben ſoll. So wenig es alſo zur Zeit noch erweislich, ja vielleicht wahrſcheinlich iſt, daſs das Band zwiſchen den Vorſtellung und den Bewegung hervorrufenden Gehirnthätigkeiten *(Cephalergiis Idaearum* und *Cephalergiis motus)* wirklich *identiſch* ſey mit der Elektricität, ſo ſehr erſcheint es doch in unſern Beobachtungen als *analogiſch* mit dem Mechanismus galvaniſch-elektriſcher Entladungen. Dieſe in abgeſetzten Zeitmomenten ſtets erneuerten Hirnthätigkeiten, um die Cohäſion zu beſtimmen, erklärt uns, *warum* Gliedmaſsen, die wir fortdauernd in erhöhter Spannung erhalten, ſehr bald in ein äuſserlich wahrnehmbares Schwanken und Zittern übergehen; und *warum* jede ſolche anhaltende Spannung ſo viel Kraft verzehrt, wie wir denn auch ſehen, daſs Kinder und Greiſe keiner langſamen Bewegung fähig ſind, und daſs auf die immer nur kurze epileptiſche Spannung eine ſo totale Erſchöpfung folgt. Deshalb iſt denn auch in der ganzen Oekonomie der Thiere alles offenbar darauf berechnet, die nöthigen Zwecke ſo viel wie möglich durch nur momentane Contractionen zu erreichen.

Der ſtete Wechſel der Cohäſion während der Turgescenz iſt nämlich, wie wir ſelbſt im unorganiſchen Syſtem ſahen, bedingt durch eine correſpondirende Reihe von chemiſchen Actionen;

das Material zu dieſen Zerſetzungen muſs daher immer erneuert dargeboten werden. Daher finden wir auch, daſs je anhaltender die Action eines Muskels ſeyn ſoll, ihm deſto mehr zerſetzbarer Stoff durch das muskulöſe Syſtem zugeführt wird. Wenn irgend ein Theil des Muskular-Syſtems während des animaliſchen Lebens krankhaft ſo afficirt wird, daſs durch ihn die Entladungen des X, welches ſich continuirlich im Gehirn, wie etwa die Elektricität in der Säule, zu neuen Spannungen reproducirt, ganz paſſiv fortgeleitet werden ohne die Beſtimmung des Willens, ſo tritt dieſer Theil geradezu in die Verhältniſſe unſers unorganiſchen beweglichen Syſtems an der Säule. Aber wir ſehen auch in der That in ſo afficirten Gliedmaſsen, wie an der Adhäſions-Platte, ein ſtetes Hin- und Herſchwanken, eine wahre Undulation, die der Wille nicht hemmen kann. Dieſes bisher ſo räthſelhafte Zittern der gelähmten Glieder währt fort, ſo lange die partiellen Entladungen des X vom Gehirn aus durch dieſe Glieder abgeleitet werden. Tritt aber ein Zuſtand ein, in welchem durch höhere Geſetze des Organismus der Einfluſs der Hirnthätigkeit auf das *ganze* Syſtem des animaliſchen Lebens gehemmt wird, ſo hören auch die unwillkührlichen Entladungen durch den beſagten Theil ſogleich auf. Der Schlaf unterbricht die Schwingungen eines gelähmten Gliedes durch Iſolirung vom Gehirn, ſo wie die Undulationen der Adhäſions-Platte durch Iſolirung von der Säule verſchwinden.

Fernere Anwendungen dieſer faktiſchen Prämiſſen auf die Phänomene der Muskular-Bewegung würden hier am unrechten Orte ſtehen; ich begnüge mich daher, nur noch eine einzige Bemerkung anzuführen, die eine ganz ſpecielle Beziehung auf unſern Gegenſtand hat. Sie betrifft die Art der Senſation, die wir haben, wenn wir das Ohr in den Kreis der Säule bringen. Eine eigentliche vollkommen ſpecifiſche Gehör-Affection iſt ſie meines Erachtens nicht zu nennen, wenigſtens nicht in dem Sinne, wie unter ähnlichen Umſtänden auf der Zunge und im Auge Sinnes-Affectionen entſtehn. Bei dieſen nehmen wir ein beſtimmtes Licht, einen beſtimmten Geſchmack wahr; bei dem galvaniſch gereizten Ohr hingegen konnte ich nie einen beſtimmten Ton, eine eigenthümliche Art des Klanges gewahr werden. Das Ganze beſchränkte ſich auf wiederholte Impulſe im Innern des Kopfes, deren zweideutiges Gefühl zwiſchen Coenäſtheſis und Gehör ſo ſchwankte, daſs man es am beſten beſchreibt als die Wahrnehmung einer Reihe von Kugeln, die durch den Gehörgang rollen; eine Beſchreibung, die ich in der That von Tauben ſehr oft erhielt.

Seitdem hat indeſs der zu früh verſtorbene Ritter behauptet, es entſtehe durch dieſe Reizung eine wirklich qualificirte Gehör-Affection, ein wahrer Ton, deſſen muſikaliſchen Werth er angiebt, und ſogar verſchieden findet bei der Schlieſsung und bei der Trennung. Ich nahm daher Gelegen-

heit, die Beobachtung zu wiederholen, sowohl an mir selbst, als an zwei Subjekten, die durch Beobachtungsgeist und Interesse für Physiologie sich besonders dazu eigneten. Wir armirten theils einen, theils beide Gehörgänge, theils auch die Tuba Eustachii; obgleich wir aber sehr verschiedene elektrische Intensitäten anwendeten, gelang es doch Keinem von uns, je einen eigentlichen Klang, einen bestimmten Ton zu hören. Die ganze Wahrnehmung beschränkte sich nach wie vor auf eine Reihe von Impulsen im Innern des Kopfes, die wegen ihres Entstehungs-Ortes allerdings in die Vorstellung von Geräuschen übergingen, wie etwa jede leise Percussion der äußeren Fläche der Gehörgegend, die aber nie einen eigenthümlichen vergleichbaren Ton constituirten.

Es ist diesem nach nicht möglich, den Gehörnerven durch Galvanismus so zu erreichen, daß wir ihn in die zu seiner eigenthümlichen Function bestimmten Bewegungen versetzen könnten. Er scheint sich durch seine tiefere Lage, und vielleicht mehr noch durch die isolirende Umgebung der Knochen dieser Einwirkung zu entziehen; und es erklärt sich vielleicht durch diesen Umstand die Nicht-Erfüllung so vieler sanguinischer Hoffnungen, die man anfänglich über die galvanischen Kuren der Taubheit hegte. Was aber diese Pseudo-akustischen Wahrnehmungen ihrem Wesen nach seyn mögen, entgeht uns nunmehr nicht. Ihre Aehnlichkeit mit demjenigen, was wir bei jeder durch

den Willen bedingten Turgescenz ebenfalls durch das Gehör empfinden, deutet meines Erachtens beſtimmt genug auf Identität der Urſache in beiden Fällen. Die durch den galvaniſchen Reiz aufſchwellenden Muskeln der Gehörgegend gerathen während ihres erhöhten Cohäſions-Zuſtandes in den uns bereits von der Adhäſions-Platte her bekannten Wechſel von Contraction und Relaxation; die innige Verbindung dieſer Muskeln mit dem Gehörwerkzeuge verwandelt geradezu das kriebelnde coenäſtheſiſche Gefühl aller andern Turgescenzen in eine akuſtiſche Senſation, und dieſe Erſcheinung iſt füglich zu betrachten als ein neuer Beleg zu den factiſchen Beweiſen, um die wir uns bemühten, daſs bei jeder anhaltenden Muskular-Contraction ein ſteter Wechſel im Cohäſions-Zuſtande Statt findet, die Turgescenz ſey beſtimmt durch den Willen oder durch eine äuſsere widernatürliche Reizung.

Wenn beſſere Beobachter es der Mühe werth halten möchten, dieſen Gegenſtand überhaupt näher zu beleuchten, vorzüglich in pathologiſchen Fällen des Krampfs und des Tetanus, wozu die Gelegenheit mir fehlte; ſo würde ich mich über die Mängel meines geringfügigen Beitrags tröſten.

4.

Bei Gelegenheit *der durch chemiſche Verwandtſchaft veränderten Cohäſion* entſtand nun noch die vierte Frage: *Wie ſollen wir uns, nach factiſchen Analogien mit den unorganiſchen Erſcheinungen, die Störung des chemiſchen Gleich-*

beſondern Vorzug der Verfaſſung dieſer Societät gehalten, daſs ſie uns erlaubt, zerſtreute Beobachtungen und Bemerkungen, welche anfangs ſehr unbedeutend ſcheinen können, und alles was jemand über einen beſtimmten Gegenſtand weiſs, in das Publikum zu bringen, ohne ihn zu nöthigen, eine lange Abhandlung zu ſchreiben, oder auch nur auf ſie zu denken.

Ich glaube daher unbedenklich in dieſer meiner Vorleſung, nach Croone's Stiftung, von den folgenden drei Materien handeln zu dürfen, ſo wenig Aehnliches ſie auch dem erſten Anblick nach zu haben ſcheinen. *Erſtens* von der Dauer in den willkührlichen Wirkungen der Muskeln; *zweitens* von der Urſache der Seekrankheit, ſo fern ſie ſich in einer mechaniſchen Störung des Blutumlaufs ſuchen läſst; und *drittens* von den Vorzügen des Reitens und der andern Arten, ſich fortbringen zu laſſen, vor jeder andern Art willkührlicher Muskelbewegung.

1. *Von der Dauer der Muskelthätigkeit.*

Ein Jeder weiſs aus eigner Erfahrung, wie nothwendig Ruhe nach angeſtrengter und anhaltender körperlicher Thätigkeit iſt; und daſs, wenn ein einzelner Muskel angeſtrengt wird, man dieſe beſondere Anſpannung nur wenige Minuten auszuhalten vermag. Indeſs ſcheint ein dritter Umſtand, der ſich in der Wirkung der Muskeln wahrnehmen läſst, der Aufmerkſamkeit der Phyſiologen bisher ent-

gangen zu ſeyn, nämlich ihre Dauer. Ich glaube nicht, daſs man bis jetzt ſchon bemerkt hat, daſs jede Muskel-Anſtrengung, die dem Anſcheine nach eine einzige iſt, wirklich aus einer ſehr groſsen Zahl von Contractionen zuſammengeſetzt iſt, die ſich mit ſehr kleinen Zwiſchenräumen wiederholen; Zwiſchenräume, welche in der That ſo klein ſind, daſs ſie ſich nicht anders wahrnehmen laſſen, als wenn man ſie dadurch, daſs man einen Zuſtand theilweiſer oder allgemeiner Schwäche erzeugt, über ihre gewöhnlichen Gränzen hinaus verlängert.

Eine Empfindung, die man ſich verſchaffen kann, wenn man das Ohr mit einem Finger verſtopft, hat mich darauf geführt, die Wirklichkeit ſolcher abwechſelnden Bewegungen anzuerkennen. Man glaubt dann ein Geräuſch zu hören, welches viel Aehnlichkeit mit dem eines entfernten Wagens hat, der über Steinpflaſter fährt. Die Geſchwindigkeit der Bewegung iſt nach der Stärke, mit der man den Finger andrückt, verſchieden; der Ton aber, den man empfindet, hängt keineswegs von einem Drucke auf das Trommelfell ab. Denn der ſchwingende Ton iſt ſchwächer, wenn man den Finger zugleich ſteift, durch die gezwungne Wirkung der antagoniſtiſchen Muskeln; und drückt man das Ohr mit vieler Kraft zu, ohne daſs Muskel-Wirkung mit in das Spiel kommt, ſo nimmt man keinen Ton wahr. Wenn man z. B. den Kopf mit der Hand unterſtützt und ihn mit ſeiner ganzen Schwere auf den Muskel des Daums, auf welchem das Ohr

liegt, laſten läſst, hört man kein Geräuſch, wenn man nicht das Ende des Daumens zugleich gegen den Kopf drückt, oder wenn nicht durch Unachtſamkeit in der Art den Verſuch anzuſtellen, die Wirkung irgend eines andern Muskels bis zu dem Ohre gelangt.

Ich habe die Zahl dieſer Schwingungen zu ſchätzen verſucht. Es ſchienen mir ihrer ungefähr 20 bis 30 in einer Sekunde zu ſeyn; doch iſt es möglich, daſs mein Verfahren mangelhaft war, in welchem Fall ich hoffe, daſs ein andrer ein ſicheres Mittel erdenken wird, Zeiträume, wie dieſe, die für unmittelbare Beobachtung zu kurz ſind, genauer zu meſſen. Ich bin zu dem Urtheil über die Menge dieſer Schwingungen blos durch Nachahmung derſelben gelangt. Zu dem Ende ſuchte ich es dahin zu bringen, daſs ich die Schwingungen ſelbſt, und den nachgeahmten Schall zugleich durch daſſelbe Ohr hörte. Ich ſtemmte den Ellbogen des Arms, auf deſſen Daum-Muskel das Ohr auflag, auf ein wagerechtes Bret, in welches ſich eine Menge gleicher Einſchnitte, $\frac{1}{8}$ Zoll einer von dem andern, befanden. Durch Fortführen eines abgerundeten Holzes über dieſe Einſchnitte, mit regelmäſsiger Bewegung, konnte ich das durch Andrükken des Daums gegen den Kopf bewirkte Zittern ziemlich genau nachahmen, und dabei wurden durch Marken die Menge der Einſchnitte bezeichnet, die das Holz nach meiner Uhr in 5 oder 10 Secunden durchlief. Ich fand, daſs wiederholte Ver-

ſuche dieſer Art ſo gut, als ſich nur erwarten liefs, unter einander übereinſtimmten; denn ich konnte nie ſicher ſeyn, in ihnen genau denſelben Druck hervorzubringen. Um nicht etwa durch ein Zuſammenfallen Einer Schwingung mit je zweien der andern Art, wie bei der Octave in der Muſik, in Irrthum geführt zu werden, nahm ich verſchiedne Breter, in denen die Einſchnitte in einigen einander näher, in andern weiter von einander entfernt waren, erhielt aber immer daſſelbe Reſultat. Um endlich auch ſicher zu ſeyn, dafs nicht etwa die Länge des wirkenden Muskels, oder des Knochens, der den erregten Schall meinem Ohr zuführte, auf dieſen zufällig einwirke, veränderte ich den Verſuch dahin, dafs ich das Ohr mit einem Kiſſen verſchloſs, welches auf einem auf meinem Fuſse ruhenden Stabe lag; dieſer war mit Einſchnitten verſehn, und führte meinem Ohre zugleich mit der Empfindung der Vibrationen der Muskeln meines Beines den zitternden Schall zu, welcher durch Reibung über die Einſchnitte erregt wurde. Ich erhielt auf dieſe Art ungefähr dieſelben Reſultate, nämlich in einer Secunde 20 bis 30 Schwingungen, je nachdem ich einen grölsern Grad von Kraft aufwendete. Ich bat einen meiner Freunde, ſtatt meiner dieſen Verſuch zu wiederholen; ſeine Wahrnehmung ſtimmte ſo genau mit der meinigen überein, dafs ſie mich in der Meinung beſtätigte, meine Schätzung ſey ziemlich richtig.

Die gröſste Zahl von Schwingungen, welche ich wahrgenommen habe, war 35 oder 36, die kleinſte 14 oder 15 in einer Sekunde. Will man ſie noch langſamer machen, ſo werden die Reſultate zu irregulär, als daſs ſie ſich mit hinlänglicher Genauigkeit erhalten lieſsen. Es iſt indeſs ſehr wahrſcheinlich, daſs bei groſser Schwäche ihrer noch ſehr viel weniger ſeyn können. Daraus würde ſich das ſichtbare Zittern bei Altersſchwäche oder bei Schwäche durch Krankheit erklären laſſen.

Ich glaube, daſs die Aehnlichkeit und Uebereinſtimmung der Muskelſchwingungen und das Geräuſch eines Wagens, der in der Entfernung fährt, nicht ſo ſehr auf die Beſchaffenheit des Schalles ſelbſt, als darauf beruht, daſs dieſe Schwingungen und die auf einander folgenden Stöſse des Rades eines ſchnell fahrenden Wagens an jeden Stein des Straſsenpflaſters, im Mittel der Anzahl nach, gleich ſind. Rechnet man ungefähr 24 Schwingungen in einer Secunde, und giebt man jedem Stein ungefähr 6 Zoll Durchmeſſer, ſo würde ein ſolcher Wagen mit einer Geſchwindigkeit von ungefähr 8 engl. Meilen in der Stunde fahren; welches der Wahrheit ſo nahe kömmt, als es bei Schätzungen dieſer Art nur zu erwarten iſt.

Einigen Mitgliedern der Societät werden dieſe Beobachtungen vielleicht nicht ganz neu zu ſeyn ſcheinen. Ich habe ſie zum erſten Male ſchon vor 17 bis 18 Jahren angeſtellt, und ſie ſeitdem mehreren Freunden mündlich mitgetheilt. Noch nie-

mand hat indeſs, ſo viel ich weiſs, ſie gebraucht, die ſchwingende Beſchaffenheit der Muskel-Wirkung darzuthun. Zwar hat ſchon Grimaldi den ſcheinbaren Schall wahrgenommen, der beim Verſtopfen der Ohren entſteht; er ſchrieb ihn aber, den damaligen Vorſtellungen gemäſs, einer ſchnellen Bewegung der animaliſchen Geiſter zu *).

2. *Von der Seekrankheit.*

Man hat die Urſache der Seekrankheit noch nicht genügend erklärt, d. h. des Schwindels, in den die unaufhörliche Bewegung des Schiffs durch die Wellen den verſetzt, der daran nicht gewöhnt iſt.

Nachdem ich mehrere Tage lang an der Seekrankheit gelitten, und umſonſt über die Urſache nachgedacht hatte, welche ſo verſchieden auf den, der zum erſten Male das Meer befährt, und auf den Seemann wirkt, der an die Bewegung des Schiffs gewöhnt iſt, war ich, als ich allmählig dieſem Einfluſſe zu widerſtehn anfing, endlich ſo glücklich, eine Eigenthümlichkeit in meiner Art zu athmen zu bemerken, welche mit der Bewegung des Schiffs in offenbarem Zuſammenhange ſtand. Beim Erwachen aus einem unruhigen Schlafe nahm ich näm-

*) Grimaldi *Phyſico-Matheſis de Lumine*, p. 383: *Vera itaque ratio experimenti praedicti eſt, quia in digito et brachio totoque corpore continuo fiunt multi motus ac tremores, ob ſpirituum agitationem huc illuc perpetuo discurrentium.* W.

lich wahr, dafs ich nicht, wie gewöhnlich, mit Gleichförmigkeit, ſondern in unregelmäſsigen Zwiſchenräumen athmete und ſo mit Pauſen, als ob ich einen günſtigen Zeitpunkt für das nächſte Einathmen abwartete; und dieſes ſchien einigermafsen mit dem Herabgehn des Schiffs, das beſonders unangenehm auf mich wirkte, in Zuſammenhang zu ſtehn.

Dieſe Bewegung mufs in der That auf die Bewegung des Blutes und dadurch auf das ganze Syſtem unmittelbar einwirken. Denn wenn die Bruſt erweitert wird, um die Luft einzuziehn, ſind auch die Gefäſse derſelben, die das Blut aufnehmen, mehr geöffnet, ſo dafs der Zurückgang des Blutes, von dem Kopfe aus gerechnet, freyer als zu jeder andern Zeit einer vollſtändigen Athmung iſt. Umgekehrt wird während des Ausſtoſsens der Luft aus den Lungen, die Ankunft des Blutes in die Lunge ſo gehindert, dafs das Gehirn beſtändig fort abwechſelnd anſteigt und ſinkt, genau ſo wie die Bruſt ſich zuſammenzieht oder erweitert, wie man an Trepanirten wahrgenommen hat. Es läſst ſich hieraus erklären, wie man ſich bei heftigen Kopfſchmerzen durch tiefes Athemholen für einen Augenblick kann erleichtert fühlen.

Auch in der Seekrankheit kann man ſich durch das Einathmen etwas Linderung verſchaffen, wenn man es ſo vornimmt, dafs es dem Druck entgegenwirkt, welchen das Blut in Zwiſchenzeiten auf das Gehirn ausübt. Mit dieſem Drucke hat es aber folgende Bewandniſs.

Alle, welche seekrank gewesen sind, kommen darin überein, dafs, abgesehn von dem Schwindel, der unbehaglichste Zeitpunkt der ist, wenn das Schiff schnell mit der Welle, von der es gehoben worden war, herabsinkt. Und während dieses Herabsinkens übt das Blut einen besondern Druck auf das Gehirn aus. Wenn nämlich ein Mensch auf dem Verdecke aufrecht steht, kann das Blut *durch sein Gewicht* keinen Druck auf das Gehirn, das dann der oberste Theil des Körpers ist, ausüben, und blos die Gefäfse der untern Extremitäten und des Leibes müssen sich zusammenziehen, um dem Druck einer Säule Blut von 5 bis 6 Fufs Höhe Widerstand zu leisten. Man denke sich das Verdeck plötzlich vernichtet, so werden das Blut und die Blutgefäfse mit gleicher Geschwindigkeit fallen, das Blut kann also nicht mehr gegen die Gefäfse drükken, und folglich wird nun die Kraft, welche die Gefäfse zusammenzog, das Blut in das Gehirn hinauf pressen, mit einer der anfänglichen Höhe der Blutsäule proportionalen Stärke. Gerade so mufs, während das Schiff herabgeht, ein Mensch, der auf dem Verdecke steht, einen verminderten Druck des Bluts gegen die Blutgefäfse, und folglich eine partielle Reaction auf das Gehirn empfinden, und diese Reaction ist es, welche durch tiefes Athemholen vermindert wird. Daher kömmt es denn auch, dafs Seekranke die horizontale Lage erleichternd finden.

Das Barometer steht im Schiffe, wenn das Meer ruhig ist, mit dem am Lande unverändert auf

Gehirn zuzuſchreiben ſey, noch mehr durch die Wirkung einer entgegengeſetzten Art von Bewegung beſtätigt, welche, indem ſie das Blut zu ſchnell aus dem Kopfe entfernt, ein der Ohnmacht nahe kommendes Gefühl von Schwäche, Schwindel und eine merkbare Verminderung in der Muskelkraft zur Folge hat. Es traf ſich einmal, daſs ich nach einer groſsen Ermüdung ziemlich lange lief, und mich dann unter einer ſehr niedrigen Mauer ſetzte, um gegen einen ſtarken Regen Schutz zu ſuchen. Als ich ſchnell aufſtand, wurde ich von einem Schwindel ergriffen, der machte, daſs ich ſogleich in die erſte Lage zurückſank, welches mir im Augenblicke Erleichterung gab, indem nun das Blut in den Kopf zurücktrat. Ich habe dieſen Zufall ſeitdem häufig in einem ſchwächern Grade gehabt, und immer bemerkt, daſs er eintrat, wenn ich nach einer Ermüdung mich hingelegt hatte, und mich ſchnell aufrichtete. Der Schwindel hört auf, wenn man die horizontale Lage wieder annimmt, und kömmt nicht wieder, wenn man ſich weniger ſchnell aufrichtet.

5. *Von den heilſamen Wirkungen des Reitens und Fahrens.*

Nach der allgemeinen Meinung haben äuſsere oder leidende Bewegungen gewiſſe Vorzüge vor den andern Bewegungen. Indem ich die wahre Urſache dieſer ihrer guten Wirkungen nachweiſe, hoffe ich die Beobachter auf eine nützliche bis jetzt nicht hin-

länglich bemerkte Unterſcheidung einer heilſamen von einer oft ſchädlichen Bewegung aufmerkſam zu machen. Denn obgleich in mediciniſchen Schriften der Ausdruck *geſtation* ſowohl vom Reiten als vom Fahren in Wagen mit Rädern gebraucht wird, und obgleich Sydenham die Vortheile dieſer Bewegung, beſonders der erſtern, vielleicht nur zu ſehr gerühmt hat, — ſo iſt es doch, ſo viel ich weiſs, noch nicht nachgewieſen worden, worin die Vorzüge dieſer Art ſich Bewegung zu machen beſtehen, und man ſchätzt, wie es mir ſcheint, beſonders die Bewegung zu Wagen noch nicht nach ihrem wahren Werthe.

Es wird nur zu oft unter dem Ausdruck *Bewegung (exercice)* die thätige und freiwillige Entfaltung der Muskelkraft zuſammengeworfen mit den Stöſsen, welche man bei dem Fahren in einem Wagen leidet; jene ermüdende Anſtrengungen laſſen ſich aber nicht an die Stelle dieſer angenehmen Bewegungen ſetzen, welche die Kräfte zu erhöhen geſchickt ſind, wenn ſie nach der Conſtitution des Kranken und der Natur ſeines Uebelbefindens abgemeſſen werden.

Die folgende Erklärung, wie äuſsere Bewegung auf den Blutumlauf einwirkt, gründe ich auf eine Eigenthümlichkeit in der Structur des Venen-Syſtems, deren mechaniſcher Zweck ſich nicht verkennen läſst. Es iſt bekannt, daſs die Klappen, die durch alle Blutgefäſse dieſer Klaſſe vertheilt ſind, das Blut frey hindurch laſſen, wenn es in ſeiner na-

türlichen Richtung durch irgend eine Bewegung angetrieben wird. Daher wird der Blutumlauf durch alle Arten ſanfter Erſchütterung befördert. Sie unterſtützen das Herz bei jeder Anſtrengung, die es zu machen haben könnte, um ein Hinderniſs ſeiner Wirkung zu überwinden, und helfen daſſelbe ein Syſtem reſtauriren, welches kurz zuvor gegen irgend einen heftigen Anfall zu kämpfen gehabt hat; auch verſchafft man durch dieſe mäſsigen Stöſse dem Herzen eine Art von Ruhe in einer Arbeit, welche bei abzehrenden Krankheiten manchmal die Kräfte dieſes Hauptorgans überſteigen. Und an der Erleichterung eines zum Leben ſo weſentlichen Organs müſſen nothwendig alle groſsen Lebensfunctionen Antheil nehmen, und während dieſer *thätigen Ruhe*, welche an die Stelle anſtrengender Muskelbewegungen tritt, müſſen alle Geſchäfte der Secretion, Aſſimilation u. d. m., durch welche Mittel ſie auch vor ſich gehen mögen, ſich erleichtert finden, ja ſelbſt die Geiſtesfähigkeiten ungehemmter wirken.

Die heilſamen Folgen der Bewegung beim Fahren äuſsern ſich nicht bloſs, wenn der Blutumlauf geſchwächt iſt, ſie zeigen ſich auch, wenn ein Ueberfluſs an Materie ihn erſchwert. Wenn das Syſtem der Blutgefäſse zu voll iſt, findet ſich in dem ganzen Syſteme eine Spannung *(agitation)* und eine Empfänglichkeit für ſecondäre Eindrücke, welche man gewöhnlich mit dem Ausdruck *nervöſer Zuſtand* bezeichnet. Die Seele wird einer anhaltenden Aufmerkſamkeit unfähig, und erhält mehr oder

minder läſtige oder angenehme Eindrücke, die ihre Quelle in einer Krankheit der Einbildungskraft haben. Beſonders in den erſten Graden dieſes angegriffenen Zuſtandes zeigt ſich die Bewegung zu Wagen vortheilhaft. Einige Kranke beſchreiben die heitere Ruhe, welche durch dieſes Mittel allein an die Stelle ihrer Agitationen getreten iſt, mit einem Wohlgefallen, welches ein Beweis der guten Wirkungen deſſelben iſt. Sie gelangten wieder zu der Fähigkeit nachzudenken, und wenn ihre Einbildungskraft lebhafter als gewöhnlich blieb, führte ſie ihnen angenehme und frohe Bilder vor.

Ein ähnlicher Blutüberfluſs hatte einen Mann und ſeine Freunde ſehr beſorgt gemacht, da ſie glaubten, ſein heftiges und ſichtbares Herzſchlagen entſpringe aus irgend einem organiſchen Fehler. Man überredete ihn unverzüglich einen Arzt um Rath zu fragen, und führte ihn zu Wagen nach der Wohnung eines berühmten Arztes, den man nicht zu Hauſe fand. Da die Symptome durch das Fahren nicht bedenklicher geworden waren, ſuchte er den Arzt in zwei andern Häuſern auf, die von dem erſtern ziemlich entfernt waren, aber wieder umſonſt. Das Herzſchlagen hatte abgenommen, — man verſchob daher den Beſuch auf den folgenden Tag; der Patient fuhr ziemlich weit nach ſeinem Hauſe zurück, und als er hier ankam, fand ſich, daſs die Bewegung, welche er gehabt, indem er mehrere engliſche Meilen auf dem Steinpflaſter gefahren war, die beunruhigenden Symptome ganz

verſcheucht und dem Pulſe und dem Schlagen des Herzens ihre natürliche Stärke wieder gegeben hatte; ſehr glücklich hatte er alſo das Heilmittel gefunden, indem er nur den Arzt ſuchte.

So wie in dieſem einzelnen Fall, ſo befördert überhaupt das Fahren die natürliche Bewegung des Bluts, und durch dieſe Art, ſich Bewegung zu machen, wird, ſo zu ſagen, die Hauptfeder der menſchlichen Maſchine aufgezogen. Zwar läſst ſich bei dem Kunſtreichen und Zuſammengeſetzten dieſer Maſchine nicht annehmen, daſs die innern Bewegungen derſelben durch einen äuſsern mechaniſchen Einfluſs im Einzelnen regulirt werden könnten; aber alles, was die Energie des Lebensprincips zu vermehren und den Umlauf der Flüſſigkeiten zu erleichtern ſtrebt, muſs zur Erhaltung des Ganzen auf eine ſehr wirkſame Art beitragen.

Faſt in allen Werken über chroniſche Krankheiten werden eine Menge Beiſpiele von dem Nutzen erzählt, den paſſive Bewegung, von welcher Art ſie auch ſey, zu Pferde, zu Wagen, zu Schiff, ſelbſt auf der Schaukel, in dieſen Krankheiten gehabt hat. In vielen Fällen lieſs ſich die Heilung des Patienten *ausſchlieſslich* der Erſchütterung von Auſsen her zuſchreiben, und ich glaube hier dargethan zu haben, daſs der erwünſchte Erfolg groſsentheils daher rührte, daſs dem Herzen und den Arterien ihr Geſchäft bei dem Blutumlaufe erleichtert wurde, indem die unzählig vielen kleinen Stöſse, welche ſie, wenn man fährt, erhalten, ihnen zu Hülfe

kommen. Als Beſtätigung dieſer Ideen läſst ſich die gute Geſundheit anführen, welche gewöhnlich Poſtillione, Schirrmeiſter und andere genieſsen, deren Geſchäft es iſt, ſich faſt täglich jeder unfreundlichen Witterung, zugleich aber auch dieſer heilſamen Bewegung auszuſetzen.

Daſs ſich dieſe Bewegungen auf ſehr verſchiedene Arten verſchaffen laſſen, gewähret noch den Vortheil, daſs man jedesmal diejenige aufſuchen kann, welche nach dem Grade der Kraft des Kranken und nach ſeinen übrigen Verhältniſſen die angemeſſenſte iſt. In manchen Beſchwerden iſt eine ſanfte und anhaltende Bewegung weit wirkſamer, als eine heftige und kurz dauernde; und unter ſolchen Umſtänden haben manchmal Seereiſen über alle Erwartung vortheilhaft gewirkt.

III.

Resultate verschiedener Versuche, angestellt, um die Grösse der Kraftanwendung eines Menschen bei verschiedenen Arten von Tagarbeit zu bestimmen;

von

Coulomb, Mitgl. des Inst. *)

1.

Der menschliche Körper ist wegen der Biegsamkeit aller seiner Theile, die unendlich viele Lagen und Richtungen annehmen können, für die bequemste aller Maschinen für diejenigen zusammengesetzten Bewegungen zu halten, welche eine beständige Veränderung in den Graden des Drucks, der Geschwindigkeit und der Richtung erfordern. Die Schwäche des Menschen läßt sich leicht durch eine gröſsere Anzahl ersetzen; er bedarf bei der Arbeit nur wenig Spielraum, und kann mit seinen Kräften

*) Aus den *Mémoires de l'Instit.* t. 1., für die Annalen übersetzt, noch während seines Aufenthalts in Halle, von Hrn. Müller in Breslau, der seitdem als Secretair der Gesellsch. zur Beförder. der Naturw. u. der Industrie Schlesiens, den Eifer für die physikalischen Wissenschaften, der ihn schon damals belebte, bewährt hat. *Gilbert.*

ökonomiſiren; endlich ſind die Mittel-Maſchinen, woran er arbeitet, einfacher und leichter zu transportiren, als die, woran Thiere arbeiten: alles Gründe, warum die Anwendung ſeiner Kraft, ſelbſt bei den einförmigſten Bewegungen, der Kraft der Thiere oft vorzuziehen iſt.

Bei der Arbeit der Menſchen oder Thiere iſt zweierlei zu beachten: Erſtlich die *Wirkung*, welche ihre Kraftanwendung hervorbringen kann, und zweitens die *Ermüdung*, die eine Folge dieſer Anſtrengung iſt. Um den gröſsten Vortheil aus dem Gebrauch der Kräfte eines Menſchen zu erhalten, muſs man die Wirkung möglichſt vergröſsern, ohne die Ermüdung zu vermehren; folglich, wenn Wirkung und Ermattung durch Formeln ausgedrückt ſind, die Werthe aufſuchen, welche das *Maximum* des Quotienten der Wirkung dividirt durch die Ermüdung geben.

2.

Die *Wirkung* einer jeden Arbeit läſst ſich durch die Zahl ausdrücken, die herauskommt, wenn man das Gewicht des Widerſtandes, den ſie überwinden muſs, mit der Geſchwindigkeit, mit der dieſes geſchieht, und mit der Zeit-Dauer der Anſtrengung multiplicirt; oder, was daſſelbe iſt, wenn man das Gewicht des Widerſtandes mit dem Raume multiplicirt, den das Gewicht in einer gewiſſen Zeit-Einheit durchläuft.

Bei einer jeden Maſchine, bei welcher ein Gewicht ein anderes in gleichförmiger Bewegung mit

ſich fortzieht, iſt, der Theorie nach, das fallende Gewicht (die Kraft), multiplicirt mit dem Raum, den es durchfällt, gleich dem Gewicht, das gehoben wird, multiplicirt mit der Höhe, zu der es erhoben worden; und dieſe letzte Gröſse drückt die Wirkung aus. In der Praxis muſs freilich dieſe Zahl, wegen der Reibung und der Mängel der Maſchinen, immer kleiner ſeyn, als das Produkt aus dem Gewichte der Kraft in den Raum, den es durchfallen iſt. Die Wirkung der Arbeit eines Menſchen läſst ſich alſo durch das Produkt des gehobnen Gewichts mit der Höhe, zu der es gehoben worden, meſſen.

3.

Um die Wirkung mit der *Ermattung (fatigue)* vergleichen zu können, welche der Menſch, während er jene hervorbringt, leidet, müſſen wir die Ermüdung beſtimmen, welche auf einen gewiſſen Grad von Anſtrengung erfolgt. Unter der *Anſtrengung* verſtehe ich die Gröſse, welche herauskommt, wenn man den Druck, den der Menſch ausübt, mit der Geſchwindigkeit und Zeit ſeiner Dauer multiplicirt *). Man kann dieſe Gröſse auch durch ein Gewicht

*) Was Herr Coulomb *quantité d'action* nennt, iſt von dem Hrn. Ueberſ. bald durch Gröſse der Kraftaufwendung, bald durch Gröſse der Wirkſamkeit, oder der Thätigkeit überſetzt worden, und iſt daſſelbe, was hier *Anſtrengung (effort)* genannt wird. Sie iſt alſo dem gleich, was man gewöhnlich *Effekt* nennt, multiplicirt mit der Zeit der Dauer der Action, welches von Hrn. Coulomb auch *effet total réſultant du travail* genannt wird. Gilbert.

ausdrücken, welches von einer gewiſſen Höhe in einer gegebenen Zeit herabfällt. Wenn der Menſch während dieſer Gröſse der Anſtrengung die ganze Ermüdung fühlt, die er jeden Tag ohne Zerſtörung ſeiner thieriſchen Oekonomie aushalten kann, ſo läſst ſich aus dieſer Gröſse der Anſtrengung die *möglichſt groſse Wirkung* beſtimmen, welche er in einem Tage hervorbringen kann, oder, wenn man will, das Gewicht, das er zu einer gewiſſen Höhe in einem Tage zu erheben vermag. Es kömmt alſo alles darauf an, daſs man die Art und Weiſe auffindet, in der die verſchiedenen Grade des Drucks, der Geſchwindigkeit und die Zeit unter ſich müſſen verbunden werden, unter denen ein Arbeiter bei gleicher Ermüdung die gröſste Quantität von Anſtrengung aushalten kann.

Daniel Bernoulli behauptete, die Ermüdung der Menſchen richte ſich immer nach der Gröſse ihrer Anſtrengung, ſo, daſs wenn dieſe Anſtrengung nicht ihre Kräfte überſteige, man nach Belieben die Geſchwindigkeit, den Druck und die Zeit verändern könne, und daſs daher, wenn das Produkt dieſer drei Gröſsen conſtant ſey, immer ein und derſelbe Grad der Ermüdung entſtehen werde. Er fügt noch hinzu, der Menſch werde, auf welche Art er ſeine Kräfte auch brauche, immer bei ein und demſelben Grad der Ermüdung, dieſelbe Gröſse der Anſtrengung erreicht, und folglich auch dieſelbe Wirkung geleiſtet haben. Die Tages-Arbeit eines Menſchen, die Arbeit mag ſeyn, wel-

che ſie wolle, ſchätzt er auf ein Gewicht von 1728000 par. Pfunde, das 1 par. Fuſs hoch gehoben wird; oder was eins iſt, auf ein Gewicht von 274701 Kilogramme, 1 Meter hoch gehoben *).

Déſaguliers und der gröſste Theil der Schriftſteller, welche bei der Berechnung der Maſchinen die Kraft-Anſtrengung der Menſchen in Rechnung gebracht haben, nehmen beinahe dieſelben Reſultate an. Es iſt aber zu bemerken, daſs die Verſuche, womit ſie dieſelben belegen, nur immer einige Minuten gedauert haben, und daſs Menſchen auf einige Minuten einer Gröſse von Anſtrengung fähig ſind, die ſie nicht täglich eine Stunde hindurch auszuhalten vermögen, daher ſich aus dieſen Verſuchen kein ſicherer Schluſs ziehen läſst.

Wen indeſs gleich die Ermüdung nicht, wie Bernoulli ſagt, der Gröſse der Anſtrengung proportional iſt, ſo wird doch die Formel, wodurch ſie ausgedrückt wird, immer eine Function des ausgeübten Druckes, der Geſchwindigkeit des Druck-Momentes, und der Zeit der Arbeit ſeyn müſſen. Es laſſen ſich alſo in der Formel dieſe drei Gröſsen ſo verbinden, daſs bei gleicher Ermüdung die Quantität der Handlung das *Maximum* wird; und dieſes giebt die gröſste Wirkung, welche ein Menſch in einem Tage hervorbringen kann.

*) *Mém. qui ont remporté le prix de l'Acad.* etc. tome VIII. p. 7. *C* Das Kilogramm iſt bekanntlich gleich 2,043 par. Pfunden, und der Meter 3,078 par. Fuſsen.

Dieſe Combination iſt verſchieden nach den verſchiedenen Arten, wie der Menſch ſeine Kräfte anwenden kann. Um daher bei jeder Arbeit die möglichſt gröſste Wirkung zu erhalten, kömmt es darauf an, die Gröſse zu kennen, welche das Maximum der Anſtrengung in Rückſicht der Ermüdung ausdrückt; und ſie muſs der Hauptgegenſtand der gegenwärtigen Unterſuchung ſeyn. Die Beſtimmung dieſer Gröſse iſt um deſto intereſſanter, da, wenn man ſie einmal kennt, die Elemente derſelben, (nämlich die Geſchwindigkeit, der Druck und die Zeit,) ſich der Theorie der gröſsten und kleinſten Werthe entſprechend, merklich verändern laſſen, ohne daſs die Ermüdung um ein Merkliches vermehrt wird.

4.

Von der Gröſse der Anſtrengung, welche ein Menſch in einem Tage aushalten kann, wenn er einen Wall oder eine Treppe mit oder ohne Laſt erſteigt.

Bei einer Treppe, die nicht über 20 bis 30 Meter hoch iſt, laſſen ſich in jeder Minute recht gut 14 Meter erſteigen. Das Gewicht des Menſchen, multiplicirt mit der Höhe, zu der er geſtiegen iſt, giebt die Gröſse der Anſtrengung, die er bei dieſer Arbeit in einer Minute gelitten hat; ſie iſt, (das mittlere Gewicht eines Arbeiters zu 70 Kilogrammen gerechnet,) $70 \times 14 = 980$ Kilogrammen, 1 Meter hoch gehoben.

Könnte der Menſch täglich 4 Stunden hindurch dieſe Arbeit aushalten, ſo würde ſeine tägliche Anſtren-

gung ſich durch ein Gewicht von 235200 Kilogrammen, das 1 Meter hoch gehoben wird, ausdrücken laſſen. Dieſe Annahme iſt aber nur hypothetiſch; denn 4 Stunden hindurch kann er dieſe Anſtrengung nicht aushalten, da er ſeine Geſchwindigkeit vermindern muſs, wenn er über 30 oder 40 Meter hoch ſteigen will.

Um das Maaſs der Anſtrengung zu erfahren, welche Menſchen bei dieſer Art von Arbeit in einem Tage aushalten können, wollte ich, daſs ſie eine Treppe, die bequem in einem Felſen ausgehauen und 150 Meter hoch war, und welche ich ſie oft ohne Laſt in 20 Minuten hatte erſteigen ſehn, 18 Mal in einem Tage erſteigen ſollten, wozu ſie nach meiner Rechnung nur 6 Stunden würden gebraucht haben. Sie wollten ſich aber zu dieſer Arbeit, die ihnen eben ſo lächerlich als beſchwerlich vorkam, nicht verſtehn, ob ich ihnen gleich ein volles Tagelohn dafür zur Bezahlung anbot.

Was ich auf dieſe Art nicht erhalten konnte, leiſtete mir der authentiſche Bericht des Herrn Borda über die Erſteigung des Pic von Teneriffa. Ich konnte hierzu aber nur die erſte Tagereiſe brauchen, in der die Reiſenden 2923 Meter hoch ſtiegen, auf einem Wege, der ſich auch zu Pferde machen läſst; denn der Weg, den ſie während der zweiten Tagereiſe durchwanderten, war wegen der Steile des Bergs und wegen der vielen loſen Steine, die ihnen unter den Füſsen wegrollten, allzu beſchwerlich.

Hr. Borda hatte acht Menſchen als Begleiter mit, die dieſen Berg zu Fuſs erſtiegen: 3 Führer, 2 Menſchen, welche die Bouſſolen, Barometer und Thermometer trugen, deren Laſt er auf jeden 7 bis 8 Kilogrammen ſchätzt; 2 Menſchen, welche die belaſteten Pferde leiteten, und einen Reiſenden, den Sohn des Arztes Lalouette zu Paris. Als die Fuſsgänger die erſte Tagereiſe zurückgelegt hatten, ſtiegen ſie wieder 50 Meter herab, um Holz zu ſuchen; die Anſtrengung dieſer Reiſe hatte alſo ihre Kräfte nicht ganz erſchöpft. Dieſen Weg von 2923 Meter hatten ſie von 9 Uhr des Morgens bis 5½ Uhr des Nachmittags zurückgelegt, und während dieſer Zeit ¾ Stunden Halt gemacht, um ihr Mittagseſſen einzunehmen; ſie hatten alſo 7¾ Stunden gebraucht, um dieſen Weg zurückzulegen. Noch iſt zu erwähnen, daſs die meiſten dieſer Männer Seeleute waren, die an ſtarke Märſche nicht gewöhnt ſind.

Nehmen wir an, daſs dieſe Menſchen durch das Erſteigen der Höhe ihre Kräfte ſo ſehr, als ſie es in einem Tage nur vermochten, angeſtrengt haben, ſo würde die Gröſse ihres Kraftaufwandes für einen Tag $70 \bowtie 2923 = 204610$ Kilogrammen ſeyn, die 1 Meter hoch gehoben werden. Da ſie bei dieſem Steigen zugleich 20000 Meter nach horizontaler Richtung zurücklegten, ſo verſchwendeten ſie darauf einen groſsen Theil ihrer Kräfte unnützer Weiſe, den ſie beim Erſteigen einer bequemen Leiter von derſelben Höhe würden

[illegible] da sie auf ihr nur 8 bis 9000 Meter [illegible] zurücklegen dürfen. Ohne mich [illegible] auf die Verbindung der senkrechten und der [illegible] Bewegung beim Steigen einzulassen, will ich annehmen, ein Mensch könne wirklich [illegible] Tage nicht höher als 2923 Meter steigen. [illegible] würde dann folgen, dafs die Gröfse seiner [illegible]wegung bei dieser Art von Tagesarbeit, in runder Zahl ausgedrückt, einem Gewicht von 205 Kilogrammen gleich zu schätzen sey, welches 1 Kilometer hoch gehoben wird.

Es erhellt aus dem Gesagten, dafs dieses *Maximum* der Anstrengung, welche der Mensch beim Ersteigen einer solchen Höhe, ohne Last, auszuhalten vermag, kleiner angenommen ist, als es wirklich seyn kann. Und dieses geschieht mit Fleifs, weil ein Mensch diese Gröfse der Anstrengung bei keiner Tagesarbeit, die er mit den Händen, oder an Maschinen verrichtet, auszuhalten fähig ist.

Diese Gröfse der Anstrengung müssen wir nun mit der vergleichen, welch ein Mensch aushalten kann, wenn er beim Steigen eine *Last* trägt.

Ich habe oft Heizholz 12 Meter hoch tragen lassen, aber ein und derselbe Arbeiter wollte in einem Tage nie mehr als 6 *Voies* (3 Klaftern) Holz zu dieser Höhe herauftragen, ob ich ihm gleich einen Frank für eine *Voie* bezahlte. Ob er gleich eine mehr als gewöhnliche Stärke besafs, versicherte er doch, dafs er eine solche Arbeit nicht mehrere Tage hindurch aushalten könne.

Man kann alſo 6 *Voies* Holz als die gröſste Laſt anſehn, welche ein Menſch 12 Meter hoch in einem Tage herauftragen kann.

Die *Voie* Holz *) wog, im Mittel, 734 Kilogramme; im Durchſchnitt brauchte er zum Heraufſtragen einer Voie 11 Gänge; denn die erſten trug er in 10, die letztern in 12 Gängen. Bei jedem Gange trug er alſo im Mittel 66,7 Kilogramme; wofür man 68 Kilogramme annehmen kann, wenn man das Gewicht der Traghaken mitrechnet. Nehmen wir hierzu das Gewicht des Körpers, das ſich zu 70 Kilogrammen anſchlagen läſst, ſo iſt die Gröſse der Anſtrengung für einen jeden Gang 138 Kilogramme, 12 Meter hoch gehoben; und da der Arbeiter 66 ſolche Gänge in einem Tage machte, ſo iſt die Gröſse ſeiner Anſtrengung bei dieſer Tages-Arbeit, gleich 138 × 66 × 12; oder, was eins iſt, gleich einem Gewichte von 109 Kilogrammen, einen Kilometer hoch gehoben.

Die Gröſse einer Tage langen Anſtrengung, welche ein Menſch, der ohne Laſt eine Treppe ſteigt, auszuhalten vermag, verhält ſich alſo zu der, deren er fähig iſt, wenn er ſie mit einer Laſt von 68 Kilogrammen beſteigt, wie 188 zu 100, oder (da dieſes Verhältniſs, wie wir geſehn haben, zu klein iſt,) wohl richtiger wie 200 zu 100. Dieſes Reſultat,

*) Die pariſer *Voie* Brennholz war 4 par. Fuſs breit und 4 p. Fuſs hoch, und die Scheitlänge betrug 3 Fuſs 6 Zoll; ſie war alſo nicht ganz eine halbe unſerer Klaftern eben ſo langen Scheitholzes. G.

bei dem ich noch immer die Gröſse der Anſtrengung eines Menſchen, der ohne Laſt eine Treppe ſteigt, gegen die, wenn er ſie mit einer Laſt beſteigt, zu gering angenommen habe, widerſpricht ganz der Behauptung Daniel Bernoulli's und derer, die ihm gefolgt ſind, der zu Folge, ſo fern die Laſten nur nicht die körperlichen Kräfte überſteigen, die Gröſse der Anſtrengung bei einer Tagesarbeit immer eine conſtante Gröſse ſeyn ſoll.

Ich habe bei dieſer Berechnung die Gröſse der Anſtrengung, die auf das Herabſteigen der Treppe verwendet wurde, nicht in Anſchlag gebracht; denn der Weg, den die Arbeiter hierbei durchliefen, betrug nur 1800 Meter, und nach ihrem Geſtändniſs iſt das Herabſteigen nicht beſchwerlicher, als das Gehen auf ebner Fläche, auf der man zum wenigſten in einem Tage 50000 Meter zurücklegen kann. Die Ermüdung, die das Herabſteigen verurſacht, kann daher nicht über den 25ſten Theil der Tagesarbeit geſchätzt werden, und man kann ſie um deſto mehr auſser Acht laſſen, da die Gröſse der Tageslangen Anſtrengung des Menſchen, der das Holz heraufträgt, viel zu groſs gegen die eines Menſchen angenommen iſt, der ohne Laſt die Treppe erſteigt.

5.

Bei dieſer Art Arbeit bietet ſich eine intereſſante Bemerkung in Rückſicht der *nützlichen Wirkung der Arbeit* dar. Ein Menſch, der eine Laſt trägt, trägt nicht nur dieſe, ſondern auch ſein

eignes Gewicht, und da er bei jedem Gange wieder leer zurückſteigt, ſo beſteht die nützliche Wirkung ſeiner Anſtrengung nur in dem Transport der Laſt. Aus dem Vorhergehenden folgt aber, daſs in dem Maaſse, als ſich die Laſt vermehrt, die Total-Gröſse der Tages-Anſtrengung ſich vermindert, und null ſeyn würde, wenn die Laſt 150 Kilogramme betrüge, unter welchem Gewicht er ſich kaum bewegen könnte. Wenn aber auf der andern Seite der Menſch ohne Laſt ſteigt, ſo iſt die nützliche Wirkung null, wenn auch die Total-Gröſse ſeiner Tagesthätigkeit das Maximum aller Thätigkeits-Gröſsen iſt, die er durch ſeine Tagesarbeit liefern kann. Zwiſchen dieſen beiden Gränzen der Thätigkeit muſs es alſo für das Gewicht der Laſt ein ſolches Maaſs geben, wobei die nützliche Wirkung der Tagesarbeit ihr *Maximum* erlangt. Dieſes Maaſs des Gewichtes zu beſtimmen, iſt ſehr intereſſant.

Um hierzu zu gelangen, bedürfen wir einer Formel für die Gröſse der Tagesthätigkeit, welche ein Menſch unter verſchiedenen Laſten leiſten kann. Zum wirklichen Gebrauch langt hierzu ſchon eine einfache Formel zu, die ſich der Wahrheit nähert, und auf dieſe Art wird es leicht ſeyn, die Laſt zu beſtimmen, bei der die nützliche Wirkung ihr *Maximum* erreicht.

Wir haben geſehen, daſs die Tagesthätigkeit eines Menſchen, der eine Treppe ohne Laſt erſteigt, gemeſſen wird durch ein Gewicht von 205 Kilogrammen, das 1 Kilometer hoch gehoben wird; die Ta-

gesthätigkeit dagegen eines Menſchen, der ſie mit einer Laſt von 68 Kilogrammen beſteigt, durch ein Gewicht von 109 Kilogrammen, das 1 Kilometer hoch gehoben wird. Zieht man die letztere Zahl von der erſten ab, ſo finden wir, daſs eine Laſt von 68 Kilogrammen, die der Menſch trägt, die Gröſse ſeiner Tagesthätigkeit um ein Gewicht von 96 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, vermindert.

Nehmen wir bei dieſer Unterſuchung an, daſs die Abnahme der Gröſse der Thätigkeit proportional ſey der Zunahme der Laſten, was nicht weit von der Wahrheit abliegen kann, ſo werden beide immer durch das Verhältniſs von 96:68 beſtimmt werden; und wenn P irgend eine Laſt bedeutet, ſo giebt folgende Proportion die durch ſie bewirkte Abnahme der Thätigkeitsgröſse, $68 : 96 = P : \frac{96}{68} . P$, und dieſe Abnahme der Thätigkeitsgröſse iſt alſo gleich $\frac{96}{68} P = 1{,}41\ P$; oder gleich 1,41 Kilometer multiplicirt mit P.

Da die Thätigkeitsgröſse eines Menſchen beim Steigen einer Treppe gleich iſt 205 Kilogrammen, die 1 Kilometer hoch gehoben werden, ſo finden wir die *Gröſse der Tagesthätigkeit, die er unter der Laſt P leiſten kann*, $= 205 - 1{,}41\ P$, wobei 1,41 die Höhe in Kilometer ausgedrückt iſt, zu der die Laſt P erhoben wird.

Wenn h die Höhe andeutet, die ein Menſch mit der Laſt P in einem Tage erſteigen kann, ſo wird Ph die nützliche Wirkung ſeiner Arbeit und

$(70+P)h$ die Totalgröſse der von dem Menſchen geäuſserten Thätigkeit ſeyn, wenn ſein eigen Gewicht gleich 70 Kilogrammen iſt. So haben wir die Gleichung:

$$(70+P)h = 205 - 1{,}41\,P$$

Die Formel für die *nützliche Wirkung*, die aus ihr flieſst, iſt

$$Ph = \frac{(205 - 1{,}41\,P)}{70+P}P.$$

Nehmen wir $a = 205$, $b = 1{,}41$, $Q = 70$, ſo wird ſie zu folgender Formel:

$$Ph = \frac{(a - bP)P}{Q+P}.$$

Um in dieſer Formel für Ph das *Maximum* zu finden, müſſen wir das Differentiale der Gröſse Ph gleich o ſetzen, wo denn folgender Werth für P herauskommt: $P = Q\left(\left(1+\frac{a}{bQ}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right)$.

Setzen wir ſtatt a, b, Q, Zahlen, ſo finden wir $P = 0{,}754\,Q = 53$ Kilogramme.

Setzt man in der Formel $Ph = \frac{(205 - 1{,}41\,P)P}{70+P}$, welche die nützliche Wirkung giebt, $P = 53$ Kilogr., ſo wird $Ph = 56$ Kilogr., 1 Kilometer hoch gehoben. So viel leiſtet alſo ein Menſch, der eine Laſt in die Höhe trägt und wieder herabſteigt, um eine neue zu holen, an *nützlicher Arbeit;* indeſs die Thätigkeitsgröſse eines Menſchen, der ohne Laſt ſteigt, auf den Tag 205 Kilogramme beträgt, die 1 Kilometer hoch gehoben werden. Es folgt hieraus, daſs bei dieſer Art von Arbeit beinah drei Viertheile

des Kraftaufwandes der Menschen unnöthig verschwendet werden, und sie also viermal mehr kostet, als eine Arbeit kosten würde, bei der der Arbeiter, nachdem er eine Treppe ohne Last erstiegen hat, sich auf irgend eine Art herabsenkte und so eine mit dem Gewicht seines Körpers fast gleiche Last in die Höhe zöge.

Um uns zu überzeugen, dafs die Voraussetzung, die Abnahme der Thätigkeitsgröfse sey den Lasten proportional, — ohne bedeutende Irrthümer für den Gebrauch ist, dürfen wir nur untersuchen, ob die von einem Menschem in einem Tage zu leistende, und durch die Formel (205 — 1,41 P) bestimmte Thätigkeitsgröfse, auf dem Punkt, wo sie o wird, (weil der Mensch mit einer gröfsern Last beladen ist, als er tragen kann), eine Gröfse giebt, die sich der nähert, welche die Erfahrung zeigt. Man setze also 205 — 1,41 P = o; dann wird P = 145 Kilogramme. Dieses ist wirklich das gröfste Gewicht, welches ein Mensch von mittlerer Stärke nur eine kleine Strecke weit forttragen kann.

Es erhellt also aus diesem Resultat, dafs die Formel, welche wir aus der Erfahrung gezogen haben, um das *Maximum* der nützlichen Wirkung zu bestimmen, welche ein Mensch beim Steigen unter irgend einer Last leisten kann, sowohl dem *Maximum* der totalen Thätigkeit eines Menschen, der ohne Last steigt, als auch dem *Minimum* der Thätigkeit, wenn er mit einer ihm zu schweren Last

beladen iſt, und nicht minder der mittlern Gröſse von 68 Kilogrammen entſpricht, welche, wie die Erfahrung lehrt, die gewöhnliche Laſt iſt, die dergleichen Arbeiter zu tragen pflegen.

In dieſer Unterſuchung haben wir gefunden, daſs ein Menſch, der dieſes Maximum der nützlichen Arbeit hervorbringen will, auf jedem Gange nur 53 Kilogramme tragen muſs; in unſern wirklich angeſtellten Verſuchen beſchwerte ſich aber der Arbeiter, wie wir geſehen haben, mit 68 Kilogrammen. Die Urſachen dieſer Verſchiedenheit zwiſchen den Reſultaten des Calculs und der Erfahrung verdienen unterſucht zu werden.

Das Erſte, was zu beſtimmen iſt, iſt der Unterſchied, der für die nützliche Wirkung der Arbeit entſpringt, wenn wir ſtatt des Gewichts von 53 Kilogrammen, eins von 68 Kilogrammen nehmen.

Der Arbeiter machte, wie ich erzählt habe, 66 Gänge; bei jedem Gange trug er eine Laſt von 68 Kilogrammen, 12 Meter hoch; dieſes giebt alſo für die Gröſse der nützlichen Thätigkeit $12.66.68 = 53.86$ Kilogramme, 1 Kilometer hoch gehoben. In dem vorhergehenden Artikel haben wir gefunden, daſs wenn die Laſt 53 Kilogramme betrug, die nützliche Wirkung ein *Maximum* und gleich 56 Kilogrammen war, die 1 Kilometer hoch gehoben werden. Dieſe Gröſse iſt um $\frac{1}{18}$tel gröſser, als die, welche der Menſch leiſtet, wenn er mit einer Laſt von 68 Kilogrammen beladen iſt.

6.

Vergleichung der Thätigkeitsgröfse, welche ein Menſch erreichen kann, wenn er einen horizontalen Weg mit oder ohne Laſt geht.

Ohne eine Laſt können die Menſchen mehrere Tage hindurch jeden Tag leicht einen Weg von 50 Kilometern machen. Nimmt man das mittlere Gewicht des Menſchen zu 70 Kilogrammen an, ſo giebt dieſes für die Tagesthätigkeit bei dieſer Art Arbeit eine Gröſse von $70 \times 50 = 3500$ Kilogramme, die 1 Kilometer weit getragen werden.

Als ich bei dem Ausziehen aus einem Logis in ein anderes, 2 Kilometer davon entferntes, bei jedem Gange meine Träger jeden mit einem Gewicht von 58 Kilogrammen belaſtete, behaupteten ſie, ſie könnten nur 6 Gänge in einem Tage machen, und eine ſolche Arbeit nicht 2 Tage hinter einander aushalten.

Rechnet man zu der Laſt, welche ſie 2 Kilometer weit bei jedem Gange fortbrachten, das Gewicht ihres Körpers mit 70 Kilogrammen, ſo beträgt die ganze Laſt 128 Kilogramme, welche ſie $6 . 2 = 12$ Kilometer weit trugen. Die Gröſse der Tagesthätigkeit, die ſie bei dieſer Arbeit lieferten, betrug alſo 1536 Kilogramme, die 1 Kilometer weit getragen wurden.

Zu dieſer Gröſse muſs man noch die Anſtrengung auf dem Rückgange, der ebenfalls 12 Kilometer lang war, rechnen. Da ſie auf dieſem Wege leer gehen, und ein Menſch in einem Tage einen

Weg von 50 Kilometern zurücklegen kann, so verwendeten sie auf diesem Rückgange beinah den vierten Theil ihrer Tagesthätigkeit. Die gefundnen 1536 Kilogramme machen folglich nur ¾ dieser Größe aus, und man kann also die ganze Summe dieser Tagesthätigkeit gleich setzen einem Gewicht von 2048 Kilogrammen, das 1 Kilometer weit getragen wird.

Die Größe der Tagesthätigkeit, wenn der Mensch leer geht, verhält sich also zu der, wenn er ein Gewicht von 58 Kilogrammen trägt, wie 3500 zu 2048, das ist beinah wie 7 zu 4.

Was das Maximum dieser Arbeit betrifft, so sagten mir die stärksten Träger auf meine Nachfrage, dass sie 44 Kilogramme, 18 bis 20 Kilometer weit tragen könnten. Rechnet man zu diesen 44 Kilogrammen noch 70 für das Gewicht ihres Körpers, so lässt sich das Maximum ihrer Tagesthätigkeit bei dieser Arbeit durch ein Gewicht von 2166 Kilogrammen ausdrücken, das 1 Kilometer weit getragen wird. Dieses Resultat kömmt dem vorigen so nahe, dass wir nicht befürchten dürfen, uns zu weit von der Wahrheit zu entfernen, wenn wir annehmen, dass ein Mensch, wenn er auf einem horizontalen Weg eine Last von 58 Kilogr. trägt, eine Tagesthätigkeit liefern könne, die gleich ist einem Gewichte von 2000 Kilogrammen, das 1 Kilometer weit getragen wird.

Es kömmt nun darauf an, nach der vorhergehenden Erfahrung die Größe der Last zu bestim-

nen, unter welcher der Menſch, bei gleicher Ermüdung, die gröſste nützliche Wirkung hervorbringen kann. Dieſe letzte miſst ſich durch die Laſt, multiplicirt mit der Weite, zu der ſie getragen wird, und das Gewicht des eignen Körpers iſt für ſie immer ein reiner Verluſt.

Zuerſt iſt der Verluſt der Thätigkeitsgröſse zu beſtimmen, welcher durch die Laſt bewirkt wird.

Die Tagesthätigkeit eines Menſchen, der ohne Laſt 50 Kilometer in einem Tage zurücklegt, iſt gleich einem Gewicht von 3500 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen. Iſt er mit einer Laſt von 58 Kilogrammen beſchwert, ſo iſt ſie gleich 2000 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen. Die Gröſse des Verluſtes, den die Summe der Thätigkeit durch eine Laſt von 58 Kilogrammen erleidet, iſt alſo gleich einem Gewicht von 1500 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen.

Wenn wir den *Verluſt der Thätigkeit* der Laſt proportional annehmen, die Laſt mit P, und den durch ſie bewirkten Verluſt der Thätigkeit mit x bezeichnen, ſo haben wir $1500 : x = 58 : P$, alſo

$$x = \frac{1500\,P}{58} = 25{,}86\,P.$$

Es iſt alſo die *Gröſse der Thätigkeit eines Menſchen*, der eine Laſt P trägt, $= 3500 - 25{,}86\,P$. Die Gröſsen dieſer Formeln bedeuten die Anzahl der Kilogramme, die 1 Kilometer weit getragen werden.

Suchen wir aus dieſer Formel das gröſste Gewicht, das ein Menſch tragen kann, ſo müſſen wir

den Ausdruck der Gröſse der Thätigkeit, $3500 - 25.86P = o$ machen, und dann wird $P = 135,4$ Kilogramme. Dieſes Gewicht iſt wirklich das, welches Menſchen von mittelmäſsiger Stärke nur eine ſehr kurze Zeit tragen können.

Die Laſt, unter welcher ein Menſch bei dieſer Art Arbeit das *Maximum* der nützlichen Wirkung liefern kann, läſst ſich folgendermaſsen beſtimmen:

Geſetzt, der Menſch könne unter der Laſt P, in einem Tage den Raum l durchlaufen, ſo wird die Gröſse ſeiner Thätigkeit $= (P+Q)\,l$ ſeyn, wenn wir $Q = 70$ Kilogramme (dem Gewicht ſeines Körpers gleich) annehmen. Vorhin fanden wir dieſe Gröſse $= (3500 - 25 . 86\,P)$. Hieraus findet ſich die nützliche Wirkung dieſer Arbeit, oder Pl, $= \frac{(3500 - 25.86P)\,P}{P+Q.}$. Um das *Maximum* dieſer nützlichen Wirkung zu finden, müſſen wir das Differentiale dieſer Gröſse $= o$ machen; und dieſes giebt, wenn $3500 = a$ und $25,86 = b$ geſetzt wird, wie oben S. 61. $P = Q\left(\left(1+\frac{a}{bQ}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right)$. Subſtituiren wir in dieſer Gleichung die Zahlen; ſo haben wir $P = 0,72\,Q = 50,4$ Kilogramme.

Da bei dieſer Art von Arbeit die Träger gewöhnlich nach der Transportirung einer Ladung wieder leer zurückgehen, um eine neue zu holen, ſo müſſen wir auch für dieſen Fall die Quantität der Laſt beſtimmen, bei der ſie das Maximum der nützlichen Arbeit leiſten können. Für den Fall, daſs $l = 50$ Kilometer, d. h. dem Wege gleich iſt, den ein

Menſch ohne eine Laſt in einem Tage durchlaufen kann, und $Q = 70$ Kilogramme, d. h. dem Gewicht ſeines Körpers, iſt $Q1$ die Gröſse der Wirkung, welche er ohne eine Laſt in einem Tage liefert. Legt er aber nur ohne Laſt den Weg x zurück, der kleiner iſt als 1, ſo wird Qx nur ein Theil ſeiner Tagesthätigkeit ſeyn. Dividirt man dieſen Theil der Arbeit durch ihre Totalſumme $Q1$, ſo wird $\frac{Qx}{Q1}$ oder $\frac{x}{1}$ die Portion einer Tagesthätigkeit ohne Laſt ſeyn, deren Einheit die Totalität dieſer Thätigkeit iſt; denn wenn $x = 1$ wird, ſo iſt $\frac{x}{1}$ gleich der Einheit.

Da aber hier der Menſch denſelben Weg x beladen und unbeladen durchgeht, und da ſeine Tagesthätigkeit, wenn er eine Laſt, P, trägt, $= 3500 - 25{,}86P$ iſt, ſo wird, weil der Theil ſeiner Tagesthätigkeit, die er unter dieſer Laſt P äuſsert, durch $(P+Q)x$ dargeſtellt iſt, die Vergleichung dieſer Gröſse mit der Thätigkeitsgröſse des ganzen Tages die Portion der Tagesthätigkeit angeben, die er unter dieſer Laſt wird geleiſtet haben. So werden wir für dieſe Portion der Arbeit haben $\frac{(P+Q)x}{3500 - 25{,}86P}$; und da die Summe der Arbeit des beladenen Menſchen, und die der Arbeit deſſelben Menſchen, wenn er unbeladen geht, der Arbeit des ganzen Tages gleichen muſs, ſo haben wir

$$\frac{x}{1} + \frac{(P+Q)x}{2500 - 25{,}86P} = 1$$

Da $Ql = 3500$ iſt, ſo entſteht, wenn wir $h = 25{,}86$ Kilometer nehmen, die Gleichung, $Px = \frac{P(Ql^2 - hlP)}{2Ql + P(l-h)}$; worin Px die Portion der Thätigkeit iſt, welche der *nützlichen Wirkung* gleich iſt, die ein Menſch in einer Tagesarbeit leiſten kann.

Um die Formel zu vereinfachen, mache ich $a = Ql^2$, $b = hl$, $c = 2Ql$, $f = l - h$; ſo iſt $Px = \frac{aP - bP^2}{c + fP}$. Differentiirt man das zweite Glied und ſetzt man das Differentiale gleich o, ſo erhalten wir zur gehörig geordneten Formel, $ca - 2bcP - bfP^2 = o$, und hieraus ergiebt ſich $P = \frac{c}{f}\left((1 + \frac{fa}{bc})^{\frac{1}{2}} - 1\right)$. Setzen wir die Zahlen ſtatt der Buchſtaben, ſo haben wir $f = l - h = 24{,}14$; $a = Ql^2 = 70.50^2 = 175000$; $b = hl = 25{,}86.50$; $2Ql = 2.70.50 = 7000$. Aus dieſen ſubſtituirten Werthen erhalten wir $P = 61{,}25$ Kilogramme.

Dieſs iſt beinah dieſelbe Laſt, welche Menſchen von mittlerer Stärke auf ſich laden, wenn ſie in einem Tage mehrere Gänge von einer groſsen Diſtanz machen müſſen. Auf dieſe Art bleibt alſo kein Zweifel über die Genauigkeit der Elemente, aus denen dieſes Reſultat iſt hergeleitet worden.

Wollen wir nach dieſem Werth von $P = 61{,}25$ Kilogrammen, das *Maximum* der nützlichen Wirkung berechnen, welches ein Menſch bei dieſer Art von Arbeit liefern kann, ſo müſſen wir in der Formel $Px = \frac{aP - bP^2}{c + fP}$, $P = 61{,}25$ ſetzen; wir finden

dann P x = 692,4 Kilogramme, die 1 Kilometer weit fortgetragen werden.

Setzen wir in dieſer Formel ſtatt P, das Gewicht von 58 Kilogrammen, mit welchem wir zu Anfang den Menſchen beladen annahmen, ſo wird die Gröſse ſeiner nützlichen Wirkung P x = 691 Kilogramme, 1 Kilometer weit transportirt. Nehmen wir P = 65 Kilogrammen, ſo iſt P x = 690 Kilogramme, 1 Kilometer weit getragen. Man ſieht alſo, daſs eine Vermehrung oder Verminderung der Laſt von 4 bis 5 Kilogrammen in dem Maximum der nützlichen Wirkung nur unmerkliche Unterſchiede hervorbringt.

Die Thätigkeitsgröſse eines unbeladen gehenden Menſchen, die gleich 3500 Kilogrammen iſt, verglichen mit dem *Maximum* der nützlichen Wirkung dieſer Arbeit, giebt alſo, wenn wir dieſe zu 692,4 Kilogramme, 1 Kilometer weit getragen, ſchätzen, das Verhältniſs von 505 zu 100, das ſich dem von 5 zu 1 ſehr nähert. Die Gröſse der nützlich verwandten Thätigkeit beträgt daher bei dieſer Art von Arbeit nur den fünften Theil von der, welche der unbeladen gehende Menſch leiſtet.

Die Gröſsen der Thätigkeit ſind beim *Steigen* einer Treppe und beim *Gehen* auf einem horizontalen Wege verſchiedenartig. Im erſten Falle muſs der Menſch bei jedem Schritt den Schwerpunkt ſeines Körpers um eine Stufe hoch erheben; im zweiten Fall wird ſeine Bewegung durch ſeine Schwere nicht vermindert, er braucht bloſs ein Bein nach

dem andern aufzuheben und dem Schwerpunkt, der unbeträchtlich ſteigt und fällt, eine oſcillirende Bewegung von 2 oder 3 Millimetern zu geben. Ungeachtet dieſer Verſchiedenartigkeit der Thätigkeit iſt es doch intereſſant, eine Vergleichung zwiſchen der Höhe, zu welcher der Menſch in einem Tage ſeinen Schwerpunkt erheben kann, und der Länge des horizontalen Weges, den er bei gleicher Ermüdung zurücklegt, aufzuſuchen. Hiezu ſind uns die Reſultate der vorher gegangenen Berechnungen und Erfahrungen behülflich.

205 Kilogramme, 1 Kilometer hoch gehoben, drückten die Gröſse der Tagesthätigkeit eines Menſchen aus, der ohne Laſt eine Treppe erſteigt; und 3500 Kilogramme, 1 Kilometer weit transportirt, dieſe Gröſse, wenn er ohne Laſt auf einem horizontalen Wege geht. Beide Gröſsen verhalten ſich beinah wie 1 zu 17.

Die gewöhnliche Höhe einer Treppenſtufe iſt ungefähr 135 Millimeter, und ihre Breite ungefähr das Dreifache ihrer Höhe. 135 Millimeter mit 17 multiplicirt, oder 2295 Millimeter, werden alſo die Länge des horizontalen Weges ſeyn, die ein Menſch mit derſelben Ermüdung zurücklegt, die er beim Steigen einer Stufe von 135 Millimeter Höhe erfährt. Da der gewöhnliche horizontale Schritt eines Menſchen 650 Millimeter lang iſt, ſo folgt, daſs das Erſteigen einer 135 Millimeter hohen Stufe ihn eben ſo ſtark angreift, als 3 und ½ Schritt auf einem horizontalen Wege.

7.

Von der Gröſse der Tagesthätigkeit, wenn die Arbeiter Laſten auf Schiebkarren fortfahren.

Aus den vielen Verſuchen, welche **Vauban** über dieſe Art Arbeit angeſtellt hat, folgerte er, „daſs ein Menſch in einem Tage in einem Schiebkarren 14,79 Kubikmeter Erde in 500 Gängen 29,226 Meter weit fortbringen kann; wobei alſo die Länge des Weges, den er mit der Ladung und den er beim Zurückfahren ohne Ladung zurücklegt, 14,613 Kilometer beträgt.“

Hierbei iſt noch zu bemerken, daſs der Menſch, wenn er die Arme der beladenen Karre ungefähr 15 Decimeter weit von der Axe des Rades faſst, einen Theil der Ladung und des Gewichts der Karre trägt; der übrige Theil des Gewichts ruht auf dem Erdpunkte, auf welchem das Rad ſich befindet. Ich finde mittelſt einer Schnellwage, mit der ich die Karre an demſelben Punkt ihrer Arme hielt, wo die Arbeiter ſie anfaſſen, daſs der Theil des Gewichts, den ſie tragen, 18 bis 20 Kilogramme beträgt. Iſt die Karre ungeladen, ſo beläuft es ſich auf 5 bis 6 Kilogramme.

Ferner finde ich, daſs zum Forttreiben einer beladnen Karre auf trocknem und gleichem Wege, wenn ihre Arme von Seilen getragen werden, die an einem ſehr hohen Punkt befeſtigt ſind, eine Kraft von 2 bis 3 Kilogrammen erfordert wird. Dieſe letzte Kraft hängt gröſstentheils von den kleinen Widerſtänden ab, die das Rad auf dem Boden

findet, und richtet ſich auch ſehr nach der Geſchicklichkeit des Arbeiters, der es nicht immer verſteht, die Bewegung der Karre recht in ſeiner Gewalt zu haben.

Um die Gröſse der nützlichen Thätigkeit eines Arbeiters, die er bei dieſer Art Arbeit leiſtet, beſtimmen zu können, muſs man noch wiſſen, daſs Arbeiter von mittler Stärke im Durchſchnitt ihre Karren mit einer Laſt von ungefähr 70 Kilogrammen beladen, und daſs das ſehr verſchiedene Gewicht der Karren, im Mittel, 30 Kilogramme beträgt.

Da die Arbeiter die beladne Karre 14,61 Kilometer weit in einem Tage führen können, ſo iſt die nützliche Wirkung dieſer Tagesarbeit gleich $70 . 14{,}61 = 1022{,}7$ Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen.

Trägt der Menſch die Laſt auf dem Rücken, ſo war nach dem Vorigen das Maximum der nützlichen Wirkung ſeiner Tagesarbeit gleich einem Gewicht von 692,4 Kilogrammen, 1 Kilometer weit getragen. Die nützliche Wirkung eines Menſchen, der eine gewiſſe Laſt auf einem Karren fortfährt, verhält ſich alſo zu der, wenn er dieſelbe Laſt auf dem Rücken trägt, wie $1022{,}7 : 692{,}4 = 148 : 100$. Es können alſo 100 Arbeiter auf trocknem und gleichem Boden mit Karren eben ſo viele Arbeit leiſten, als 150 Menſchen mit Tragkörben.

8.

Ueber die Gröſse der Thätigkeit, welche ein Menſch beim Schlagen oder Einrammen von Pfählen leiſten kann.

Bei dieſer Arbeit wird die nützliche Wirkung durch das Gewicht des Rammklotzes oder ſogenannten Bäres, durch die Höhe, zu welcher die Arbeiter ihn erheben, und durch die Anzahl der Schläge, die ſie in einem Tage machen können, beſtimmt.

Der Bär wiegt gewöhnlich 350 bis 450 Kilogramme, und wird von einem Seile gehalten, das über eine Rolle geht und ſich in mehrere Schnuren endigt, welche von den Arbeitern angefaſst werden. Ruht der Bär auf dem Pfahle, ſo hält jeder Arbeiter ſeine Schnur ungefähr in der Höhe des Kopfs. Zum Ziehen des Seils beugen ſie ſich nieder, und heben dadurch den Bär ungefähr 11 Decimeter hoch. In einer Minute macht man beinahe 20 Schläge; 60 bis 80 geſchehn hintereinander, dann läſst man die Werkleute wieder eine eben ſo lange Zeit ausruhn, als ſie gearbeitet haben. Deſſen ungeachtet iſt man oft genöthigt, ſie von Stunde zu Stunde abzulöſen.

Nie fand ich, daſs ein Menſch dieſe Art von Arbeit länger aushalten konnte, als drei Stunden in einem Tage; die übrige Zeit wurde zum Ausruhn und zum Ausbeſſern und Zurechtbringen des Maſchinenwerks verwendet. Wenn die Arbeiter ſehr ſtark ſind, nimmt man ihrer ſo viele, daſs ungefähr jeder 19 Kilogramme von dem Gewicht des Rammklotzes zu ziehn bekommt.

Nach dieſen Angaben läſst ſich die Gröſse der Tagesthätigkeit bei dieſer Art Arbeit durch das Produkt der drei Zahlen, der 11 Decimeter, 19 Kilogramme und der Anzahl Schläge beſtimmen, die in drei Stunden wirklicher Arbeit gemacht werden. Rechnet man 20 Schläge auf eine Minute, ſo giebt dieſes eine Gröſse der Tagesthätigkeit, welche gleich iſt einem Gewicht von 75,2 Kilogrammen, die 1 Kilometer hoch gehoben werden.

Vergleichen wir dieſe Thätigkeits-Gröſse mit der, die ein Menſch beim Erſteigen einer Treppe ohne Laſt bewirkt, welche gleich iſt 205 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, ſo erhellt, daſs beim Rammen der Arbeiter nur etwas weniges über das Drittel der Thätigkeit liefert, welche er im andern Fall hervorbringen würde, und daſs es alſo leicht wäre, hierbei die menſchlichen Kräfte ſo vortheilhaft anzuwenden, daſs ein einziger Arbeiter eben ſo viel leiſten könnte, als beinahe drei wirken, wenn ſie auf die gewöhnliche Art an der Ramme arbeiten.

Dieſe Berechnung giebt für die Tagesthätigkeit beim Rammen der Pfähle noch eine weit beträchtlichere Gröſse, als ich ſie bei einer ähnlichen Arbeit in der *Münze* zu Paris finde, wo Menſchen mehrere Monate hindurch die Münzen mit einem Bär ſchlugen. Der Bär wog 38 Kilogramme, und wurde von zwei Arbeitern regiert; jeder hob alſo 19 Kilogramme. Bei jedem Schlage wurde der Bär 4 Decimeter hoch gehoben, und man ſchlug in ei-

nem Tage 5200 Stück Münzen, hob alſo den Bär 5200 Mal. Das Produkt der drei Zahlen, auf welche es hier ankommt, der 19 Kilogramme, der 4 Decimeter und der 5200 Schläge, giebt die Gröſse der von jedem Arbeiter geleiſteten Tagesthätigkeit; ſie iſt folglich einem Gewicht von 39,5 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, gleich. Dieſes iſt beinahe nur die Hälfte von 75,2 Kilogrammen, der Thätigkeits-Gröſse, welche ein Arbeiter beim Rammen der Pfähle liefert, und nur der 5te Theil von der, wenn der Menſch eine Treppe ohne Laſt erſteigt.

Nur iſt zu bemerken, daſs dieſelben Menſchen dieſe Arbeit 15 Monate hindurch in der Münze fortſetzen, indeſs die Arbeiter an den Rammen zu einer andern Arbeit kommen, wenn ſie ermüdet ſind, welches ſehr bald geſchieht. Wahrſcheinlich hätten aber dieſe beiden Menſchen bei einer andern Einrichtung der Arbeit mehr leiſten können. Einer von den Arbeitern, der ſehr ſtark war, wollte es unternehmen, einen Schläger ganz allein zu regieren, er hielt aber dieſe Arbeit nur einige Stunden aus. Ich glaube, daſs dieſer Menſch dieſe Arbeit mehrere Tage hindurch würde ausgehalten haben, wenn er, ſtatt des Schlägers von 38 Kilogrammen, einen von 19 Kilogrammen genommen, und mit ſeiner Hand einen Raum von 8, ſtatt von 4 Decimetern durchlaufen hätte, wenn dabei irgend eine Vorkehrung ſo wäre getroffen worden, daſs der Schläger nur 4 Decimeter hoch gefallen

wäre; welcher Fall zum Schlagen der Münzen hinlänglich groſs iſt.

Folgende Arbeit iſt dem Rammen der Pfähle ſehr ähnlich. Ich lieſs zwei Tage hintereinander *Waſſer* aus einem 37 Meter tiefen Brunnen *ziehn*. Der Arbeiter ſchöpfte mit einem doppelten Eimer, und bekam für 10 Eimer 25 Centimen Lohn. Den erſten Tag ſchöpfte er 125, den zweiten 119 Eimer, von denen jeder im Mittel 16 Kilogrammen wog. Nehme ich an, daſs er 120 Eimer in einem Tage herausſchöpfen konnte, ſo giebt dieſe Zahl, mit 37 Metern und 16 Kilogrammen multiplicirt, für die Gröſse ſeiner Tagesthätigkeit ein Gewicht von 71 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben. Eine Gröſse, welche beinahe der gleich iſt, wenn ein Menſch an einer Ramme arbeitet.

9.

Ueber das Arbeiten an Kurbeln.

Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, directe Verſuche über dieſe Art von Arbeit anſtellen zu laſſen. Das, was hier folgt, iſt das Reſultat einer ſehr groſsen Anzahl von Beobachtungen, die ich an Schöpf-Maſchinen gemacht habe; nur muſs man bedenken, daſs der Widerſtand, den die Arbeiter bei dieſen Maſchinen erfahren, ſehr ſchwer ſich ſchätzen läſst.

Bei dem gröſsten Theil der mechaniſchen Arbeiten ſchätzt man den Druck, den ein Menſch auf den Handgriff der Kurbel ausübt, auf 12 bis 13 Kilogramme. Bei einer fortgeſetzten Arbeit dieſer

Art glaube ich, dafs dieſer Druck nicht über 7 Kilogramme angeſchlagen werden kann. Mehrentheils durchläuft der Handgriff der Kurbel einen Kreis von 23 Decimetern Umfang, und auf eine Minute rechnet man 30 Umdrehungen. Dauert aber die Arbeit mehrere Stunden fort, ſo wird man finden, dafs die Arbeiter bei einem Druck von 7 Kilogrammen nur 20 bis 22 Umdrehungen machen können. Die Zeit dieſer Tagesarbeit rechnet man zu 10 Stunden; bei ſchwerern Arbeiten läſst man die Menſchen nur 8 Stunden an der Kurbel arbeiten. Da die Arbeiter, wenn ſie zu ermüden anfangen, ſich nur langſam bewegen und oft ganz ruhen, ſo kann man die wirkliche Arbeitszeit eines Tages nur zu 6 Stunden anſchlagen, 20 Umdrehungen auf eine Minute gerechnet.

Multiplicirt man, dieſen Angaben zu Folge, die 7 Kilogramme, die 23 Decimeter und die 20 × 360 Umdrehungen mit einander, ſo erhält man für die Gröſse dieſer Tagesthätigkeit 116 Kilogramme, 1 Kilometer hoch gehoben.

Die Gröſsen der Tagesthätigkeit, welche ein und derſelbe Menſch beim Erſteigen einer Treppe ohne Laſt, beim Arbeiten an einer Kurbel, und beim Rammen leiſten kann, verhalten ſich alſo wie die Zahlen 205 : 116 : 75, oder beinahe wie 8 : 5 : 3. Für die wirkliche Anwendung ſind dieſe Berechnungen und Angaben hinlänglich genau.

10.

Ueber die Arbeit des Grabens mit dem Grabſcheit.

Da dieſe Art der Arbeit ausnehmend verſchiedene Reſultate geben muſs, nach Verſchiedenheit des Bodens, der Jahrszeit, und der Länge der Zeit der vorhergegangenen Bearbeitung; ſo kann man die hier folgende Berechnung nur als ein beſondres Exempel anſehn, das zur Erläuterung ähnlicher Berechnungen dienen kann.

Der Arbeiter, den ich gebrauchte und der 8000 Quadratmeter Erde hintereinander bearbeitet hat, war ſtark, verſtändig und der Arbeit mit dem Grabſcheit gewohnet. Der Boden war vortrefflicher Kornboden, und befand ſich in dem mittlern Zuſtand zwiſchen Feuchtigkeit und Trocknifs, worin er ſich am beſten bearbeiten läſst, war aber dennoch ſehr feſt.

Der Arbeiter wurde nach Quadrat-Metern bezahlt, und konnte in einem Tage 2 Frank und 5 Decimen verdienen. Folgendes iſt das Reſultat dieſes Verſuchs nach mittlern Zahlgröſsen, die ſich ſehr ſchwer genau beſtimmen laſſen.

Der Arbeiter hob jedesmal mit ſeinem Grabſcheit, das er 25 Centimeter tief in die Erde ſteckte, 6 Kilogrammen Erde ungefähr 4 Decimeter hoch, um ſie dann umwenden zu können. So feſt die herausgegrabne Erde auch war, liefs ſie ſich doch leicht mit 5 oder 6 Schlägen klein machen; ſolcher Schläge mit dem Grabſcheit gab der Arbeiter ungefähr 20 in einer Minute. Die erſte Kraft beim Ein-

ſtechen des Grabſcheits betrug im Durchſchnitt 20 Kilogramme; war es einige Centimeter eingedrungen, ſo erforderte das tiefere Stechen nur eine Kraft von 12 Kilogrammen. In den langen Tagen bearbeitete dieſer Menſch eine Oberfläche von 181 Quadrat-Meter; die Maſſe der herausgegrabenen Erde betrug alſo 45,25 Cubik-Meter. Der Cubik-Meter Erde wog 1898 Kilogramme.

Um die Gröſse des einen Theils dieſer Tagesarbeit, der im Herausheben der Erde bis zu 4 Decimeter Höhe beſteht, ſeiner Zahl-Gröſse nach zu beſtimmen, muſs man die 1898 Kilogramme Gewicht, die 45,25 Cub. Meter und die 4 Decimeter zuſammen multipliciren; das Produkt hiervon iſt gleich einem Gewicht von 34,3 Kilogrammen, das 1 Kilometer hoch gehoben wird. Da man aber hierzu noch das Gewicht des Grabſcheits rechnen muſs, welches ungefähr 1,7 Kilogramme ſchwer iſt, ſo kann man die Gröſse der Tagesthätigkeit, die auf das Herausheben der Erde verwendet wird, einem Gewicht von 43 Kilogrammen gleich ſchätzen, das 1 Kilometer hoch gehoben wird.

Es kömmt nun zweitens auf die Gröſse der Tagesthätigkeit an, die auf das jedesmalige Einſtechen des Grabſcheits zu einer Tiefe von 25 Centimetern verwendet wird. Wir können die zu jedem Stich erforderliche Kraft zu 15 Kilogrammen anſchlagen, da zum erſten Anſatz wenigſtens eine Kraft von 20, nachher aber nur eine von 12 Kilogrammen nöthig iſt. Aus dem Gewicht der herausgegrabenen Erde

findet sich, wenn man auf jeden Stich 6 Kilogrammen rechnet, dafs der Arbeiter 14316 Stiche mit dem Grabscheit in einem Tage machte. Die 15 Kilogramme Druck, die 14316 Stiche und die 25 Centimeter Tiefe geben also, in einander multiplicirt, für diesen Theil der Tagesarbeit eine Gröfse, welche sich durch ein Gewicht von 53,6 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, darstellen läfst.

Diese beiden Gröfsen der Arbeit addirt, geben für die ganze Tagesthätigkeit ein Gewicht von 96,6 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben.

Die Gröfse der auf das Kleinmachen der herausgegrabenen Erde verwendeten Arbeit läfst sich schwer bestimmen; nach der Art, wie sie mein Arbeiter verrichtete, glaube ich nicht, sie höher als den zoften Theil der übrigen Arbeit anschlagen zu dürfen. Wir werden uns also nicht sehr von der Wahrheit entfernen, wenn wir den wahren Werth der ganzen Tagesthätigkeit einem Gewicht von 100 Kilogrammen, 1 Kilometer hoch gehoben, gleich schätzen.

Der Verfasser fügt diesem noch eine ungefähre Vergleichung bei, zwischen dem Stechen mit dem Grabscheit und dem Ersteigen einer Treppe ohne Last, und zwischen dem Herausheben der gegrabenen Erde und der Arbeit des Rammens, des Drehens einer Kurbel und dem Schöpfen mit Eimern, wobei er findet, dafs beim Graben höchstens $\frac{1}{20}$ Ausfall an Quantität der Action ist, — und zeigt dann, wie viel bei

dem Oekonomiſiren der Kräfte darauf ankömmt, daſs man die Geſchwindigkeit, die Laſt und die Ruhezeit gehörig abmiſst, und wie ſehr es daher auf die Geſchicklichkeit des Arbeiters ankömmt, daſs man bei einer Tagesarbeit die möglichſt gröſste Wirkung erhalte.

Zuletzt warnt er den Leſer vor Verſuchen von zu kurzer Dauer, und vor Irrthümern, in die man gerathen kann, wenn man ſie mit Menſchen von ungewöhnlicher Stärke anſtellt. Die mittlern Reſultate richten ſich auch nach dem Klima. „Ich habe, ſagt er, ſchwere Arbeiten von den Soldaten zu Martinique unternehmen laſſen, wo das Thermometer ſelten unter 20° ſteht. Dieſelbe Arbeit lieſs ich dann von den Soldaten in Frankreich verrichten. Ich kann daher mit Gewiſsheit ſagen, daſs die Menſchen unter dem 14ten Grad der Breite, wo ſie faſt beſtändig in Schweiſs ſind, nicht die Hälfte der Arbeit verrichten können, die ſie in unſerm Klima auszuführen im Stande ſind.“

IV.

Beſchreibung des Meteorſteins, der zu Charſonville bei Beaugency am 23. Nov. 1810. herabgefallen iſt, und Analyſe deſſelben.

(als Norm für Zerlegungen dieſer Art)

von

VAUQUELIN *).

Ich glaube meiner Analyſe voran ſchicken zu müſſen den Bericht, welchen Herr Pellieux, Arzt zu Beaugency, dem Miniſter des Innern von dieſem Natur-Ereigniſſe eingeſchickt hat, und eine Beſchreibung des Steins, die von Hrn. Hauy herrührt.

1. *Bericht des Arztes Pellieux zu Beaugency.*

Freitags, den 23ſten November um halb zwei Uhr Nachmittags, bei ſehr ſtillem und heiterem Wetter und Südwind, als das Thermometer auf 12° R., und das Barometer auf 27″ 6‴ ſtand, hörte man in der Stadt, und beſonders auf dem Lande, eine Exploſion, welche einige Minuten lang dauerte, und in welcher man drei ſtarke auf einander folgende Detonationen, wie von einer bedeutenden

*) Frei überſetzt aus den *Annales du Muſeum d'Hiſt. natur. t.* 17, von Gilbert.

Mine, oder vielmehr von einem auffliegenden Pulvermagazine, unterſchied. Die Landleute waren um ſo mehr in Schrecken gerathen, da ſie das Getöſe nicht nur ſtärker gehört, ſondern auch eine Feuerkugel in der Luft geſehen hatten, die von Norden nach Süden flog, und im Augenblicke der Exploſion einen bedeutenden feurigen Schweif in ihrer ganzen Richtung bildete *).

Dieſes auſserordentliche Ereigniſs, deſſen Urſache man nicht wuſste, hatte alle Einwohner in Unruhe verſetzt. Um 8 Uhr Abends verbreitete ſich plötzlich das Gerücht, es rühre her von dem Auffliegen des Artillerieparks der kaiſerl. Garde, die zu Blois in Garniſon war, und wir brachten die Nacht in den ſchrecklichſten Beſorgniſſen über das Schickſal der Einwohner dieſer Stadt zu. Schon wollte man die Zahl der Umgekommenen wiſſen. Dieſes Gerücht wurde aber durch den folgenden Bericht widerlegt, den mir am andern Morgen um 10 Uhr der Pächter der Meierei *Mortelle*, Namens Hénault, machte, welche Meierei 4 Lieues von unſerer Stadt, zwiſchen dem Flecken *d'Espieds* und *Charſonville*, liegt **).

„Als ich geſtern Nachmittag um ein Viertel auf zwei Uhr mit einem Knechte *(garçon charretier)*

*) *Qui ſe dirigeant du Nord au Sud, avait formé au moment de l'exploſion une traînée de feu conſidérable dans toute ſa direction.*

**) Die Gemeinde *Charſonville* liegt nicht weit von *Orleans*, im jetzigen Departement des *Loiret*, im Canton *Meung*. *Gilbert.*

aus dem Pachtgute gegangen war, ſahen wir in der Luft eine anſehnliche Feuerkugel, die von Norden kam, und die, nachdem ſie einen weiten Raum durchflogen hatte, über unſern Köpfen platzte, wobei ſie nach allen Seiten Feuer und Flammen ſpie. Wir hörten ſogleich drei Schläge, welche einer einige Zeit nach dem andern folgten, und die uns drei ſtarken Kanonenſchüſſen zu gleichen ſchienen. Auf dieſes Getöſe folgte ein auſserordentliches Pfeifen, welches von einem von dichtem Rauch begleiteten Steine entſtand, der in ſehr geringer Entfernung von uns herabgeſchleudert wurde, und da, wo er auffiel, die Erde bis zu einer Höhe von 5 Fuſs aufwärts trieb. Als wir von dem erſten Schrecken zurück gekommen waren, giengen wir nach dem Orte, wo er herabgefallen war, warteten indeſs einige Zeit, aus Furcht, er möchte ſich wieder erheben; auch bedurften wir Werkzeuge, um ihn heraus zu arbeiten, da er faſt 2 Fuſs tief in die Erde eingedrungen war. Er war noch heiſs, und wog 20 Pfund. Alle, welche in der Nachbarſchaft wohnten, waren bei dem Getöſe herbei gelaufen, und jeder wollte ein Stück von dem Steine haben. Ehe er zerbrochen wurde, war der Stein von einer viereckten Geſtalt, 6 Zoll lang und 5 Zoll breit. Er ſchlägt am Stahle Feuer, und giebt einen dumpfen Klang, wenn man ihn mit einem eiſernen Werkzeuge ſchlägt" *).

*) Eine vollſtändigere Erzählung von dieſem Meteor, von Hrn. Biot de Morogues, habe ich den Leſern der Anna-

Henault hatte mir von diesem Steine ein sehr kleines Stück mitgebracht, und folgendes habe ich daran selbst bemerkt: Der Stein ist von einer beinahe schwarzen und rauchrigen *(enfumée)* Rinde bedeckt, und im Innern aschgrau mit glänzenden Punkten durchsäet, die man für Glimmer halten könnte, unter dem Mikroskope aber sehr bald für lauter Metallkügelchen erkennt, die von der Natur des Eisens sind, da der ganze Stein von dem Magnete gezogen wird. Sein specifisches Gewicht ist ziemlich beträchtlich, und er ist ohne Höhlungen und Bläsen. Wenn man ihn gegen einen harten Körper reibt, so nimmt er Politur und Metallglanz an der Stelle des Reibens an, und während des Reibens schien er mir keinen Geruch nach Schwefel zu verbreiten; ein Beweis, dass dieser durch die Wirkung des Feuers ganz zerstört ward. Aber woher kömmt es, dass das Eisen durch dieselbe nicht verschlackt worden ist?

Ich überlasse dieses zu erklären den Gelehrten, und bemerke nur noch, dass zwar die Erscheinung selbst während heiterer und stiller Witterung eintrat, dass aber dieser Witterung mehrere Tage mit Sturm und Gewittern vorhergegangen waren. Die Stürme hatten grosen Schaden angerichtet, und der Blitz hatte an mehreren Orten eingeschlagen. Dieses beweist einen

len J. 1811. St. 3., od. *N. F.* B. 7. S. 349 mitgetheilt. Nach dieser fielen drei Steine herab, einer von 20 Pf. bei *Villerai*, einer von 40 Pf. zu *Moulin-Bruló* und ein dritter bei *Mortéle*, den man nicht gefunden zu haben scheint. *Gilbert.*

genauen Zuſammenhang des feurigen Meteors mit der in der Atmoſphäre verbreiteten elektriſchen Materie, und daſs beide Wirkungen von einer und derſelben Urſache ſind. Dieſes wird auch noch dadurch beſtätigt, daſs in den Nächten vor dem Freitage, an welchem die Detonation erfolgte, am nördlichen Horizonte ein feuriges Nordlicht erſchienen war, welches ſeit dem Herabfallen dieſes Steins nicht mehr der Fall ſeyn ſoll. Er iſt vielleicht nicht der einzige, welcher damals zur Erde herabgekommen iſt; denn da man das Phänomen in groſsen Entfernungen zu gleicher Zeit und an derſelben Gegend des Himmels geſehen hat, ſo muſs die Exploſion in einer bedeutenden Höhe vor ſich gegangen ſeyn.“ Beaugency d. 24. November 1810.

2. *Beſchreibung des Steins von Herrn Hauy.*

Der am 23ſten November 1810 zu Charſonville herabgefallene, und von Sr. Excell. dem Miniſter des Innern, Grafen Montalivet, dem Muſeum übergebene Aerolith, iſt, wie alle Körper deſſelben Urſprungs, mit einer ſehr dünnen ſchwarzen Rinde bedeckt. Das Innere iſt hellgrau, und von einer ſchwarzen Ader durchſetzt, welches man bis jetzt noch in keinem Steine dieſer Art bemerkt hatte. Er iſt von körnigem, doch von dichterem Gewebe, als die Aerolithen von l'Aigle, Enſisheim und überhaupt alle, die auf dem Muſeum vorhanden ſind. Er enthält eine groſse Menge Eiſenkörner in metalliſchem Zuſtande, die man leicht mit

bloſsen Augen wahrnimmt. Auch bemerkt man im Innern deſſelben einige weiſsliche Kügelchen, denen ähnlich, welche einige andere Aerolithe, beſonders die von Benaces in Oſtindien, und von Weſton in den amerikaniſchen Freiſtaaten enthalten. Alle Theile des Aerolithen, auch die, in welchen das Auge keine Spur von Eiſen entdeckt, äuſsern eine ſehr merkliche Wirkung auf die Magnetnadel, und dieſe Wirkung iſt ſelbſt den kleinſten Theilchen, die von der Maſſe getrennt werden, eigen. An einigen Stellen ſchlägt der Stein am Stahle Feuer, und ſeine ſcharfkantigen Bruchſtücke ritzen das Glas ein wenig. Das ſpecifiſche Gewicht entſpricht dem Gewebe und der Beſchaffenheit deſſelben; es iſt 3,712, alſo etwas gröſser, als das der übrigen Aerolithen, welches bisher nicht über 3,5 hinaus gieng.

Man ſieht aus dieſer Beſchreibung, daſs der zu Charſonville herabgefallene Stein in ſeinem Ausſehen und in ſeinen vorzüglichſten Eigenſchaften allen andern bekannten gleicht, nur mit der Verſchiedenheit, daſs die Theilchen deſſelben entweder von Anfang an, oder während dem auf das Glühen folgenden Erkalten, einander mehr ſcheinen nähert geworden zu ſeyn.

3. *Analyſe des Aerolithen.*

Es iſt jetzt durch die Analyſen der Chemiker bekannt, daſs die Steine, welche aus der Luft herabfallen, oder die Aerolithen, aus folgenden

Beſtandtheilen zuſammengeſetzt ſind: 1) *Kieſelerde*, macht den gröſsten Theil der Maſſe aus; 2) *Eiſen*, und 3) *Magneſia*, die dann der Menge nach folgen; 4) *Chromium*, 5) *Nickel*, 6) *Thonerde*, 7) *Schwefel*, 8) *Kalk*, [und 9) *Manganes G.*] welche alle nur in ſehr geringer Menge in dieſen Steinen vorhanden ſind.

Die Mittel, dieſe acht Beſtandtheile von einander zu trennen, ſind allen Chemikern von Profeſſion geläufig, und für ſie würde es hinreichend ſeyn, die Methode, welche ich befolgt habe, nur im Allgemeinen anzudeuten, um ſie in den Stand zu ſetzen, zu urtheilen, ob gut oder ſchlecht operirt worden ſey. Da indeſs junge Männer und Liebhaber wünſchen dürften, jetzt, da die atmoſphäriſchen Steine häufiger werden und leicht zu haben ſind, die Analyſe derſelben ſelbſt anſtellen zu können, habe ich geglaubt in das Detail der Operationen tief genug eingehn zu müſſen, um ihnen bei dieſer intereſſanten aber ziemlich zuſammengeſetzten Arbeit zum Wegweiſer dienen zu können.

Verſuch 1. Um auszumachen, ob dieſer Aerolith, ſo wie die früher analyſirten, *Chromium* enthalte, ſchmolz ich 5 Grammes deſſelben mit 3 Gr. ätzendem Kali, dem ich, um die Mengung zu erleichtern, etwas Waſſer beigefügt hatte. Die Mengung wurde grünlich, ſelbſt ehe die Hitze darauf eingewirkt hatte; ein Farbenwechſel, welcher, wie wir weiter unten ſehen werden, die Gegenwart von Chromium anzeigt. Während der Schmelzung ver-

wandelte ſich dieſe Farbe in ein etwas grünliches Gelb.

Verſuch 2. Beim Zerrühren der geſchmolzenen Maſſe im Waſſer wurde die Flüſſigkeit grünlichgelb. Als nun darauf gegoſsnes Waſſer ſich nicht mehr färbte, goſs ich alles Waſſer, womit die Maſſe gewaſchen worden war, zuſammen, und brachte es durch Abdampfen in die Enge. Dabei ſchlug ſich das *Manganes-Oxyd* in Geſtalt eines ſchwarzen Pulvers zu Boden, worauf die Flüſſigkeit rein gelb erſchien.

Verſuch 3. Dieſe gelbe Farbe lieſs mir an der Anweſenheit von Chromium gar keinen Zweifel; da aber das Kali, zugleich mit dem Chromium, einen Antheil Kieſelerde und Thonerde aufgelöſt haben muſste, ſättigte ich das überflüſſige Alkali in der Flüſſigkeit vorſichtig mit Salpeterſäure, und dampfte dann die Flüſſigkeit mit Vorſicht bis zur Trockenheit ab. Hierbei wird das Kali, welches die beiden Erden aufgelöſt enthält, durch Salpeterſäure geſättigt, und beide Erden ſcheiden ſich daher beim Austrocknen der Flüſſigkeit ab; das chromiumſaure Kali aber, welches für ſich auflöslich iſt, wird in dieſem Fall von der Salpeterſäure nicht zerſetzt, es wurde daher, als ich den Rückſtand leicht trocknete und dann ihn mit lauem Waſſer behandelte, wieder aufgelöſt, und ich erhielt eine Flüſſigkeit von einer ſehr ſchönen orangegelben Farbe. — Um mich zu vergewiſſern, ob die Farbe dieſer Flüſſigkeit wirklich von Chromiumſäure herrühre, ſetzte

ich salpetersaures Queckſilber-Oxydul hinzu, und erhielt einen ins Orange ſpielenden rothen Niederſchlag, welcher nach dem Waſchen, Trocknen und Calciniren mir ein ſchön grünes Oxyd gab, welches ein offenbarer Beweis von Chromium iſt.

Verſuch 4. Nachdem ich mich auf dieſe Art von der Gegenwart von Chromium und Manganes in dem Meteorſteine überzeugt hatte, fügte ich die Kieſelerde und Thonerde, welche das Kali aufgelöſt und die Salpeterſäure wieder abgeſchieden hatte, zu dem im Waſſer unauflöslichen Rückſtande des mit Kali geſchmolznen Aerolithen hinzu, und behandelte dann dieſe Maſſe mit ſehr ſchwacher Salzſäure. In ihr löſte ſie ſich ziemlich leicht auf, und es blieben nur einige Atome eines weiſsen Staubes zurück, welcher Kieſelerde war. Die Farbe der Auflöſung war röthlich gelb.

Da *Kieſelerde*, welche an hinlänglich viel Alkali gebunden, ſich in den ſchwachen Säuren auflöſt, ſo muſste die in dem Aerolithe vorhandene Kieſelerde ſich zugleich mit den andern Materien in der Salzſäure, die ich genommen hätte, aufgelöſt haben; und da dieſe Säure die Kieſelerde willig in einer Hitze verläſst, welche die übrigen Verbindungen, die ſie begleiten, nicht zu zerſetzen vermag, ſo dampfte ich die Flüſſigkeit bis zur Trocknifs unter der nöthigen Vorſicht ab. So vorſichtig man hierbei indeſs auch verfährt, ſo iſt es doch unmöglich zu vermeiden, daſs die Säure nicht auch einen Antheil von Eiſenoxyd im Maximum verlaſſe,

und dafs dieſer ſich nicht mit der Kieſelerde vermenge, wenn man die Maſſe wäſcht, um alle auflöslichen Materien wieder fortzunehmen. Um dieſes Vermengen zu verhindern, habe ich dem Waſſer, womit ich wuſch, etwas Salzſäure zugeſetzt, und habe ſchwache Wärme gebraucht; auf dieſe Art wurde das wenige Eiſen, welches ſich niedergeſchlagen hatte, wieder aufgelöſt, und ich erhielt die Kieſelerde vollkommen rein.

Dieſe Art zu verfahren gründet ſich darauf, dafs, wenn die Kieſelerde von der Salzſäure einmal abgeſchieden worden, ſie eine ſo ſtarke Aggregation hat, dafs ſie einer neuen Einwirkung dieſer Säure gänzlich widerſteht, welches mit dem Eiſen der Fall nicht iſt.

Verſuch 5. Da die ſalzſaure Auflöſung Magneſia, Eiſen, Nickel, Kalk, vielleicht auch Thonerde enthalten muſste, ſo verfuhr ich, um dieſe Körper von einander zu trennen, folgendermafsen. Wenn die Auflöſungen der Magneſia einen hinlänglichen Ueberſchufs an Säure enthalten, ſo werden ſie durch Ammoniak nicht gefällt; die Kalkauflöſungen zerſetzt das Ammoniak nicht, auch wenn ſie nicht überſchüſſig ſauer ſind; und der Nickel wird von dem Ammoniak, nachdem er gefällt worden, wieder aufgelöſt. Dagegen ſchlägt Ammoniak immer das Eiſen und die Thonerde nieder, in welchem Zuſtande ſich auch ihre Auflöſungen befinden mögen.

Dieſem zu Folge fing ich damit an, meiner Flüſſigkeit etwas Salzſäure zuzuſetzen, goſs dann Ammoniak in Uebermaafs hinzu, und ſchüttelte die Mengung einige Minuten lang. Auf dieſe Art erhielt ich das *Eiſenoxyd im Maximum* und die *Thonerde*, welche in der Flüſſigkeit enthalten ſeyn mochten. Dieſe filtrirte ich ab, und wuſch dann das Präcipitat mit hinlänglich viel Waſſer, um es von aller auflöslichen Materie, die es noch enthalten konnte, zu befreien. Die Farbe der durchfiltrirten Flüſſigkeit war lichtblau, welches auf Gegenwart von Nickel deutete.

Verſuch 6. Da der durch das Ammoniak gebildete *Niederſchlag Thonerde* enthalten konnte, ſo lieſs ich, als er noch naſs und folglich ſehr zertheilt war, eine Auflöſung kauſtiſches Kali über ihn kochen, welche unter dieſen Umſtänden die Thonerde auflöſt. Ich verdünnte darauf die Mengung mit Waſſer, filtrirte ſie, und ſetzte eine Auflöſung von ſalzſaurem Ammoniak hinzu. Es entſtand in der That ein weiſser flockiger Niederſchlag, welcher alle Eigenſchaften der Thonerde hatte. — Das *Eiſenoxyd* wurde, nachdem ich es auf dieſe Art von Thonerde befreit hatte, gewaſchen und getrocknet, und zeigte ſich, als ich es unterſuchte, ziemlich rein. Ich fand darin nichts, als kaum wahrnehmbare Spuren von Kalk und von Magneſia.

Verſuch 7. Die durchfiltrirte Flüſſigkeit aus Verſuch 5. ſollte nun noch Nickel, Kalk und Magneſia enthalten. Ich fing damit an, ſie zu er-

hitzen, um das überschüssige Ammoniak zu verflüchtigen, und liefs dann einen Strom Schwefel-Wasserstoffgas hindurch steigen; indem dieses Gas sich mit dem Ammoniak verbindet, erhält es die Eigenschaft, den Nickel, aber nicht die Erden, zu fällen. So erhielt ich einen schwarzen, ziemlich voluminösen Niederschlag von Schwefel-Nickel, in welchem die Versuche, denen ich ihn unterwarf, nicht die geringsten Spuren von Kupfer verriethen; in Salpetersäure aufgelöst, gab er mit blausaurem Kali einen grünlich-gelben Niederschlag, und eine Eisenplatte, welche ich in die Flüssigkeit setzte, bedeckte sich nicht mit Kupfer.

Versuch 8. Ich prüfte nun die Flüssigkeit auf *Kalk* mit sauerkleesaurem Ammoniak. Dieses erzeugte bald in dem ganzen Umfange derselben eine Wolke, und als diese sich zu Boden gesetzt hatte, trübte ein neuer Zusatz von einigen Tropfen die Flüssigkeit nicht mehr. Ich goss nun die Flüssigkeit mit Vorsicht ab, und wusch den Niederschlag mit lauem Wasser. Um mich zu überzeugen, dass dieser Niederschlag nichts anderes als sauerkleesaurer Kalk sey, erhitzte ich ihn stark in einem Platintiegel, und erhielt so einen Körper, der mit Wasser behandelt sauer schmeckte, und dem Wasser alle Eigenschaften gab, welche Kalk demselben zu ertheilen pflegt.

Versuch 9. Um die *Magnesia* abzuscheiden, welche noch in der Flüssigkeit enthalten seyn musste, verdichtete ich diese durch Abdampfen, und setzte dann kohlensaures Kali in solcher Menge zu, dass

es nicht blos das Tripelſalz zerſetzte, deſſen einer Beſtandtheil die Magneſia war, ſondern auch das von der Zerſetzung der übrigen Salze herrührende ſalzſaure Ammoniak. Dann kochte ich die Mengung in einem Ballon ſo lange, bis aller Geruch nach Ammoniak aufhörte; denn ich hatte bemerkt, daſs, ſo lange irgend eine Art von Ammoniakhaltigen Salzen in einer Flüſſigkeit vorhanden iſt, welche Magneſia enthält, dieſe letztere ſich nie gänzlich zu Boden ſchlägt. — Die kohlenſaure Magneſia, welche ich auf dieſe Art erhielt, wuſch und calcinirte ich; ſie wurde in der Hitze etwas grünlich, welches auf einen fremden ihr beigemengten Körper deutete. Die grünliche Farbe des Salzes, welches durch Zuſatz von Schwefelſäure entſtand, bewies, daſs dieſe Farbe auf Gegenwart von etwas Nickel beruhte.

Dieſes iſt die Reihe von Operationen, welche anzuſtellen waren, um die Beſtandtheile des unterſuchten Aerolithen einen nach dem andern abzuſcheiden und darzuſtellen. Dieſe Verſuche ſind zwar an ſich nicht ſchwer anzuſtellen, erfordern aber doch Nachdenken, damit man die einzelnen Beſtandtheile in der ſchicklichſten Ordnung trenne, die den Umſtänden angemeſſenſten Reagentien nehme, und die zur Reinigung jedes der iſolirten Körper nöthige Vorſicht anwende.

Ich muſs indeſs geſtehn, daſs es in einer ſo zuſammengeſetzten Analyſe ſchwer, wo nicht unmöglich iſt, zu vermeiden, daſs nicht jeder Beſtandtheil etwas von denen zurückbehalte, mit welchen er in

dem zuſammengeſetzten Körper verbunden iſt, beſonders wenn man in der Analyſe hauptſächlich dahin ſieht, nichts zu verlieren. So z. B. finden ſich manchmal in dem Eiſen und in der Thonerde Spuren von Magneſia, wenn man nicht genug Säure zugeſetzt hat, um das zur Sättigung des Magneſia-Salzes nöthige Ammoniak-Salz zu bilden. Wenn dieſes der Fall ſeyn ſollte, ſo muſs man das Ganze in Schwefelſäure auflöſen, bis zur Trocknifs abdampfen, ſtark calciniren und auslaugen; wobei ſich die Magneſia allein auflöſet, da die ſchwefelſaure Magneſia ſich nicht ſo leicht als das ſchwefelſaure Eiſen im Maximo zerſetzt. — Eben ſo fallen mit dem Eiſen und der Thonerde Spuren von Nickel nieder, wenn man nicht genug Ammoniak genommen hat, um den Nickel ganz aufzulöſen.

Folgendes ſind die Beſtandtheile des Aerolithen in 100 Theilen:

Kieſelerde	38,4	Theile
Metalliſches Eiſen	25,8	—
Magneſia	13,6	—
Thonerde	3,6	—
Kalkerde	4,2	—
Chromium	1,5	—
Manganes	0,6	—
Nickel	6	—
Schwefel	5	—
	98,7	

Der Schwefel verräth ſich durch das Schwefel-Waſſerſtoffgas und durch die Schwefelſäure, die beim Behandeln des Steins, jene mit Salzſäure, dieſe mit Salpeterſäure, entſtehn.

Verſuch 10. Um die Wirkung kennen zu lernen, welche plötzliche Hitze auf den Aerolithen äuſsert, warf ich ein Stückchen des Steins in einen weiſsglühenden Tiegel und erhielt es eine halbe Stunde lang in dieſer Gluth. Der Stein zerſprang nicht, und ſtieſs keinen merklichen Geruch aus; ſeine gräulich weiſse Farbe fand ſich aber, nicht blos an der Oberfläche, ſondern auch im Innern, in ſchwarz verwandelt, und ſein Gewicht um $\frac{1}{213}$ vermehrt. Auch ſchien er noch härter geworden zu ſeyn, und beſonders fand ſich ſeine Cohäſion ſehr vermehrt.

Schlägt man den Stein mit dem Hammer, ſo ſpringen viele Funken umher, und die getroffene Stelle hat Metallglanz; auch beim Feilen kömmt dieſer zum Vorſchein. Daſs der Stein in der Hitze ſchwarz wird, beruht unſtreitig auf einer anfangenden Oxydation des Eiſens und vorzüglich des Manganes; und daſs er an Tenacität zunimmt, darauf, daſs die Eiſentheilchen in genauere Verbindung treten, gleichſam als würden ſie zuſammengelöthet.

Die ſchwarze Ader, welche den Aerolithen durchſetzt, ſchien uns von dem Magneten ſtärker angezogen zu werden, und mehr Eiſen zu enthalten, als die andere Maſſe; doch lieſsen ſich darüber bei der Unbedeutenheit derſelben keine Verſuche anſtellen. Wahrſcheinlich rührt ſie daher, daſs der Stein, als er glühte, einen Riſs bekam, in welchen die atmoſphäriſche Luft eindrang und das Eiſen verbrannte, und daſs nachher die beiden Flächen des Riſſes wieder werden zuſammengebacken ſeyn.

V.

Beſchreibung und Analyſe des Sodalithes, eines Grönländiſchen neuen Minerals;

von

THOM. THOMSON, Mitgl. d. Edinb. Soc. *)

Das Mineral, dem Herr Thomſon den Namen *Sodalith* gegeben hat, iſt ein Gemengtheil einer primitiven Gebirgsart, welche in Grönland vorkömmt, und aus grönländiſchem *Granat, Hornblende, Augit* (den man bis dahin faſt nur allein in der Flötz-Trapp-Formation gefunden hatte) und zwei andern Steinarten beſteht, welche die eigentliche Grundmaſſe ausmachen, und ſo groſse Aehnlichkeit mit gewöhnlichem blättrigen Feldſpath von grünlicher Farbe haben, daſs der Graf von Bournon ſie anfangs dafür erklärte. Allein bei genauerer Unterſuchung fand er, daſs einige kleine Stückchen, die er losgemacht hatte, vierſeitige, mit 4 Flächen zugeſpitzte Prismen waren, deren Zuſpitzungsflächen mit den Seitenflächen Winkel von 110° und von 70° machten, eine Geſtalt, die der des *Salaïts* **) ſehr nahe kömmt. Und mit dieſem Salaït war eine zweite Subſtanz verbunden, von der einzelne

*) Zuſammengezogen aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinb.* und dem *Journ. des mines* Aout 1811. von Gilbert.

**) Einer bloſsen Abänderung des Augit's, nach den Herren Hauy und Hausmann. G.

losgemachte Stückchen die Gestalt eines regelmäfsigen rhomboidalischen Dodecaeders hatten.

Diese letztere Gestalt hatte auch ein grünliches Fossil von blättriger Structur aus Schweden, das der Graf von Bournon kurz zuvor untersucht, und dem der Dr. Wollaston, wegen des grofsen Gehalts an Natron, den Namen *Natrolith aus Schweden* gegeben hatte. Ein unschicklicher Name, da dieses Mineral gänzlich von Klaproth's *Natrolith* verschieden ist, der sich im Högau unweit des Bodensees in Klüften und Höhlungen eines Klingsteinporphyrs findet, und dessen nadelförmige Krystalle, wie Graf Bournon bemerkt hat, vierseitige Prismen sind, deren Zuspitzungsflächen mit den Seitenflächen Winkel von 120° und 60° machen. Die äufsern Charaktere dieses sogen. schwedischen Natroliths, der sich gleichfalls in Herrn Allan's Mineralien-Cabinet befand, stimmten auf das genauste mit denen des *Fettsteins* Werner's überein, wie sie Herr Hauy in seinem *Tableau comparatif* und der Graf Borkowski in dem *Journal de Physique* Vol. 69. angegeben haben, nur dafs das specif. Gewicht des schwedischen Minerals 2,779 oder 2,790 ist, indefs das des Fettsteins nur 2,6138 oder 2,565 seyn soll. Herr Thomson erklärt es daher für eine Varietät des Fettsteins *).

*) Dann müfste aber entweder Wollaston Kali für Natron, oder umgekehrt Klaproth Natron für Kali genommen haben, eine selbst bei zerlegenden Chemikern von solchem Range sehr mögliche Sache, wenn sie auf diesen Punkt nicht eine besondere Aufmerksamkeit gewendet haben. G.

hierbei 2,1 Procent an Gewicht. Ihn in dieſem Verſuche vor dem Löthrohre zu ſchmelzen, iſt Hrn. Thomſon nicht geglückt *).

*) Ich füge dieſem die Charakteriſtik des *Elaeolith's* von Friedrichswärn in Norwegen bei, wie die HH. Karſten und Klaproth ſie in dem Magaz. für d. Naturk. der Geſellſch. naturf. Freunde in Berlin, Jahrg. 3. S. 43. gegeben haben: blaſsbläulich und grünlich grau, mit lichtem Bräunlichroth gefleckt und geſtreift; die äuſsere Geſtalt noch unbekannt; inwendig ſchwach labradorartig *ſchillernd* und *glänzend*, von einigem Fettglanze, wie trüber mit Oehl befeuchteter Quarz, (wonach Hr. Klaproth ihm den Namen *Elaeolith, Oehlſtein*, nach Analogie des Pechſteins gegeben hat); im *Bruche* ſehr dünnblättrig nach 2 Richtungen, übrigens klein- und unvollkommen-muſchlig; *ſpringt* trapezoidiſch, kömmt undeutlich ſchaalig abgeſondert vor, und iſt an den Kanten *durchſcheinend*; *hart*, ſehr *ſpröde*; kalt, nicht ſonderlich ſchwer — Durchs *Glühen* wird die Farbe blos etwas trübe, und verliert der Stein 2 Procent an Gewicht; vor dem Löthrohre ſchmilzt er zu einem milchweiſsen Email.

Herr Profeſſor Hausmann giebt *ebendaſ.* S. 216. eine Beſchreibung des Minerals, welches Werner's *Fettſtein* iſt. Es gehört gleich dem Skapolith und Wernerit, mit denen es nahe verwandt iſt, dem Nordiſchen Uebergangsgebirge an, und zwar dem Uebergangs-Syenite. Wenn es kryſtalliſirt vorkömmt, findet es ſich in groſsen, aber nur ſelten vollkommen ausgebildeten rechtwinklichen vierſeitigen, an den Kanten meiſt abgeſtumpften Prismen, die an den Enden durch vier auf den Seitenflächen aufgeſetzten Flächen zugeſpitzt ſind. Das Foſſil iſt gemeiniglich nur an den Kanten durchſcheinend, und etwas ſchielend; auf den reinen Bruchflächen fettartig, und wenig glänzend. Es iſt von ſeladongrüner und blaſs fleiſchrother Farbe. Es hat zum eigenthüml. Gewicht, in Waſſer von 17 R. abgewogen, 2,661; iſt hart und ſpröde, und ſchmelzt vor dem Löthrohr ruhig zum farbenloſen etwas blaſigen Glaſe. *Gilbert.*

VI.

Bericht eines französischen Physikers über Herrn von Göthe's Werk: Zur Farbenlehre, 2 Bde. Tübingen 1810. 8. *)

Herr von Göthe hat dieses Werk geschrieben, um es an die Stelle von Newton's Optik **) zu setzen, welche er mit einer alten, noch niemals eingenommenen, doch unbewohnbar gewordenen Burg vergleicht, die an allen Seiten den Einsturz droht und nur noch von einigen Invaliden bewacht wird. Er theilt es in drei Theile. In dem ersten beschreibt er die vornehmsten Erscheinungen der Optik, und trägt seine Theorie der Farben vor; in dem zweiten sucht er die Ungereimtheit der Newton'schen Theorie zu beweisen; in dem dritten giebt er eine Geschichte der Optik, vorzüglich in Beziehung auf die Farben.

Ehe ich das Werk genauer untersuche, will ich mit wenig Worten die Meinung des Verfassers, und worin sie von der Newton's abweicht, angeben.

*) Wer der Verfasser dieses anonymen Berichts sey, den ich aus den *Annal. de Chimie* Ao. 1811. hierher übertrage, kann einem aufmerksamen Leser der Annalen nicht unbekannt seyn. Er ist einer der wenigen französischen Physiker, die deutsch mit Fertigkeit lesen. Die Aeusserungen des Eindrucks, welchen der Versuch des grosen Dichters im wissenschaftlichen Felde der Optik auf ihn gemacht hat, schienen mir für deutsche Leser interessant zu seyn, zumahl da die eignen Entdeckungen des Verfassers dieses Berichts in der Lehre vom Lichte beweisen, dass er nicht zu denen gehört, welche mit trägem Geiste an der alten Lehre hängen. *Gilbert.*

**) Sie hat bekanntlich die Farben zu ihrem Gegenstande. *G.*

Hr. von Göthe erinnert, „er habe die Farbenlehre durchaus von der Mathematik entfernt zu halten gesucht, ob sich gleich gewisse Punkte deutlich genug ergeben, wo die Meskunst wünschenswerth seyn würde. Die vorurtheilsfreyen Mathematiker, mit denen er umzugehn das Glück hatte und hat, waren durch andere Geschäfte abgehalten worden, mit ihm gemeine Sache zu machen; aber auch dieser Mangel möge zum Vortheil gereichen, indem es nunmehr des geistreichen Mathematikers Geschäft werden könne, selbst aufzusuchen, worin die Farbenlehre seiner Hülfe bedürfe, und wie er zur Vollendung derselben das Seinige beitragen könne.“ Und doch verdammt Hr. von Göthe den mathematischen Theil von Newton's Optik, ob er sich gleich mit diesem Gegenstande nicht selbst hat beschäftigen können.

Ueber den wesentlichen Unterschied seiner Theorie von der, welche die Newton'sche Schule angenommen hat, erklärt er sich wie folgt: „Newton, sagt er, behauptet, dass überall in dem weissen farbenlosen Lichte, und besonders in dem Sonnenlichte, mehrere farbige verschiedene Lichter wirklich enthalten sind, deren Zusammensetzung das weisse Licht hervorbringe. Damit aber diese Lichter zum Vorschein kommen, müsse man das weisse Licht unter besondere Umstände versetzen, müsse ein durchsichtiger Körper es brechen, oder ein undurchsichtiger es zurückwerfen, oder irgend ein Köper es beugen. Und diese Bedingungen sind ihm nicht einmal genug. Er giebt den brechenden Mitteln allerlei Farben, richtet den Raum, in dem er operirt, auf mannigfaltige Weise ein, beschränkt das Licht durch kleine Oeffnungen, durch winzige Spalten, und bringt es auf hunderterlei Art in die Enge. Dabei behauptet er, dass alle diese Bedingungen keinen andern Einfluss haben, als die Eigenschaften, die Fähigkeiten *(fits)* des Lichtes rege zu machen und an den Tag zu legen. Jene farbigen Lichter sind ihm die integrirenden Theile seines weissen Lichtes. Es komme durch alle jene Operationen nichts zu dem Lichte hinzu, es werde ihm auch nichts entzogen, sondern blos seine Fähigkeiten, sein Inhalt offenbart.

Zeigt es nun bei der Refraction verſchiedene Farben, ſo iſt es divers refrangibel. Auch bei der Reflexion zeigt es Farben, deswegen iſt es divers reflexibel u. ſ. f. Jede neue Erſcheinung deutet auf eine neue Fähigkeit des Lichtes, ſich aufzuſchlieſsen, ſeinen Inhalt herzugeben."

Die Lehre, von der Hr. von Göthe überzeugt iſt, und die der Newton'ſchen entgegenſteht, „beſchäftigt ſich, wie er ſagt, ebenfalls mit dem weiſsen Lichte, und bedient ſich auch äuſserer Bedingungen, um farbige Erſcheinungen hervorzubringen, geſteht ihnen aber Werth und Würde zu. Sie bildet ſich nicht ein, Farben aus dem Lichte zu entwickeln, ſie ſucht uns vielmehr zu überzeugen, daſs die Farbe zugleich von dem Lichte und von dem, was ſich ihm entgegenſtellt, hervorgebracht werde. Alſo, um nur des Refractionsfalls hier zu gedenken, mit dem ſich Newton in der Optik vorzüglich beſchäftigt, ſo iſt es keineswegs die Brechung, welche die Farben aus dem Lichte hervorlockt, vielmehr bleibt eine zweite Bedingung unerläſslich: *daſs die Brechung auf ein Bild wirke, und ſolches von der Stelle wegrücke.* Ein Bild entſteht nur durch Gränzen; dieſe Gränzen überſieht Newton ganz, ja er läugnet ihren Einfluſs. Wir aber ſchreiben dem Bilde ſowohl als ſeiner Umgebung, der hellen Mitte ſowohl als der dunkeln Gränze, der Thätigkeit ſowohl als der Schranke, in dieſem Fall vollkommen gleiche Wirkung zu. Alle Verſuche ſtimmen uns bei, und je mehr wir ſie vermannigfaltigen, deſto mehr wird ausgeſprochen, was wir behaupten, deſto planer, deſto klarer wird die Sache. Wir gehn vom Einfachen aus, indem wir einen ſich wechſelſeitig entſprechenden Gegenſatz zugeſtehn, und durch Verbindung deſſelben die farbige Welt hervorbringen. — — Wie nun Newton zu Werke geht, um das Unwahre wahr, das Wahre unwahr zu machen, das iſt jetzt unſer Geſchäft zu zeigen." — —

Der *erſte Theil* des Werks des Hrn. von Göthe enthält eine Beſchreibung der Phänomene und die Auseinanderſetzung ſeiner Theorie.

Er fängt im *erſten Abſchnitte* mit den zufälligen Farben an, unterſucht den Eindruck, den der Contraſt von Licht und Finſterniſs auf die Netzhaut macht, und beſchreibt die Senſation, welche entſteht, wenn man ſtarr in einen ſehr glänzenden Gegenſtand geſehn hat und nun die Augen ſchlieſst, oder auf einen dunkeln Gegenſtand wendet. Er geht dann zu der Wirkung gefärbter Bilder über, und ihre Eigenſchaft, die Senſation der ergänzenden Farben zu erregen; ſo z. B. ſoll ein weiſses Papier, auf einer gelben Mauer geſehn, einen violetten Teint annehmen. Auch beſchreibt er die gefärbten Schatten und die Höfe, welche man um leuchtende Punkte oder ſtark erleuchtete Gegenſtände wahrnimmt. Alle dieſe Erſcheinungen waren ſchon bekannt, und die Verſuche, welche ſich auf ſie beziehn, ſchon in andern Werken beſchrieben. Der Verfaſſer beſchlieſst dieſe Abtheilung mit einer Discuſſion über die pathologiſchen Farben, die gewiſſen Krankheiten oder einer beſondern Beſchaffenheit des Organs eigen ſind.

Die *zweite Abtheilung* hat es mit den phyſiſchen Farben zu thun, und in ihr vorzüglich entwickelt Hr. von Göthe ſeine Theorie. „Phyſiſche Farben, ſagt er, nennen wir diejenigen, zu deren Hervorbringung gewiſſe materielle Mittel nöthig ſind, welche aber ſelbſt keine Farbe haben, und theils durchſichtig, theils trübe und durchſcheinend, theils völlig undurchſichtig ſeyn können. Dergleichen Farben werden alſo in unſerm Auge durch ſolche äuſsere beſtimmte Anläſſe erzeugt, oder, wenn ſie ſchon auf irgend eine Weiſe erzeugt ſind, in unſer Auge zurückgeworfen. — — Das Licht kann auf dreierlei Weiſe unter dieſen Umſtänden bedingt werden. Erſtlich, wenn es von der Oberfläche eines Mittels zurückſtrahlt, da denn die *katoptriſchen* Verſuche zur Sprache kommen. Zweitens, wenn es an dem Rande eines Mittels herſtrahlt; die dabei eintretenden Erſcheinungen nennen wir *paroptiſche*. Drittens, wenn es durch einen durchſcheinenden oder durchſichtigen Körper durchgeht, welches die *dioptriſchen* Verſuche ſind.“

„Man nennt dioptrische Farben diejenigen, zu deren Entstehung ein farbenloses Mittel gefordert wird, dergestalt, dafs Licht und Finsterniss hindurch wirken, entweder aufs Auge, oder auf entgegenstehende Flächen.“ Der Verfasser untersucht zuerst die Farbe der Flammen, dann die der Atmosphäre, die des Meers und die verschiednen gefärbten Flüssigkeiten. Dann kömmt er zu seiner *Theorie der Refraction*, welches einer der Hauptgegenstände des Werks ist, weil er hier seine eigenthümlichen Meinungen entwickelt: „Wenn man, sagt er, durchs Prisma einen rein grauen oder blauen Himmel, eine rein weifse oder farbige Wand betrachtet, so wird der Theil der Fläche, den wir eben ins Auge gefafst haben, völlig von seiner Stelle gerückt seyn, ohne dafs wir deshalb die mindeste Farbenerscheinung darauf bemerken. Wir bemerken eine farbige Erscheinung nur an den Rändern, da wo sich eine solche Fläche gegen einen helleren oder dunkleren Gegenstand abschneidet. Durch Verbindung von Rand und Fläche entstehen Bilder. Wir sprechen daher die Haupterfahrung dergestalt aus: *es müssen Bilder verrückt werden, wenn eine Farbenerscheinung sich zeigen soll.* Wir nehmen das einfachste Bild, ein helles Rund auf dunklem Grunde. An diesem findet eine Verrückung Statt, wenn wir seine Ränder von dem Mittelpunkte aus scheinbar nach Aufsen dehnen, indem wir es vergröfsern. Dieses geschieht durch jedes convexe Glas, und wir erblicken in diesem Fall einen blauen Rand. Wenn wir mittelst eines Hohlglases den Umkreis des Bildes nach dem Mittelpunkte zu scheinbar hinein bewegen, indem wir das Rund zusammenziehn, erscheinen die Ränder gelb. Damit man diesen Versuch mit einem convexen Glase machen könne, bringe man in das helle Rund auf schwarzem Grunde eine kleine schwarze Scheibe. Denn vergröfsert man durch das convexe Glas die schwarze Scheibe auf weifsem Grund, so geschieht dieselbe Operation, als wenn ein weifses Rund verkleinert wird; denn wir führen den schwarzen Rand nach dem weifsen zu, und erblicken also den gelblichen Farbenrand zu-

gleich mit dem blauen. Diese beiden Erscheinungen, die blaue und die gelbe, zeigen sich an und über dem Weissen. Sie nehmen, in sofern sie über das Schwarze reichen, einen röthlichen Schein an. Und hiermit sind die Grundphänomene aller Farbenerscheinung bei Gelegenheit der Refraction ausgesprochen, welche denn freilich auf mancherlei Weise wiederholt, variirt, erhöht, verringert, verbunden, verwickelt, verwirrt, zuletzt aber immer wieder auf ihre ursprüngliche Einfalt zurückgeführt werden können."

„Untersuchen wir nun die Operationen, welche wir vorgenommen haben, so finden wir, dass wir in dem einen Falle den hellen Rand gegen die dunkle, in dem andern den dunkeln Rand gegen die helle Fläche scheinbar geführt, eines durch das andere verdrängt, eines über das andere weggeschoben haben. Rückt man durch ein Prisma die helle Scheibe im Ganzen von ihrer Stelle, so wird sie in der Richtung gefärbt, in der sie scheinbar bewegt wird, und zwar nach jenen Gesetzen, der obere Rand blau und blauroth, der untere gelb und gelbroth. Im ersten Falle wird das helle Bild in den dunkeln Rand hinüber, in dem andern der dunkle Rand über das helle Bild gleichsam hineingeführt. Man bringe zwei Prismen, ein horizontales und ein senkrechtes, übereinander; so erscheint die Scheibe, nach einem allgemeinen Naturgesetze, in der Diagonale verrückt und gefärbt. — Hier bestätigt sich also jener Ausspruch: *ein Bild müsse dergestalt verrückt werden, dass seine helle Gränze über die dunkle, die dunkle Gränze aber über die helle, das Bild über seine Begränzung, die Begränzung über das Bild scheinbar hingeführt werde.*"

In dieser Erklärung besteht die ganze Theorie des Verfassers. An sie knüpft er alle Phänomene, und mit ihr vergleicht er immerfort die Theorie Newtons, um darzuthun, dass es dieser an Klarheit, Präcision und Genauigkeit fehle.

Eine Schwierigkeit bei der neuen Theorie besteht darin, dass wenn an der einen Seite das helle Bild über das dunkle, und an der andern Seite das

dunkle Bild über das helle hingeführt wäre, nothwendig daraus folgen würde, dafs das helle Bild mehr, und zu gleicher Zeit weniger als das dunkle gebrochen werde. Diese Schwierigkeit, die blofs eine mathematische sey, überläfst Hr. von Göthe den Mathematikern aufzulösen, welche sich mit dem analytischen Theile seiner Theorie beschäftigen werden.

Folgende Gründe für seine Theorie der Farben fügt der Verfasser bei einem nochmaligen Ueberblick hinzu: „Man erinnere sich, sagt er, dafs ein helles Bild auf einem dunklen Grunde, und ein dunkles Bild auf hellem Grund, schon in Absicht auf unsere Netzhaut, in einer Art von Conflict stehe. Das Helle erscheint in diesem Fall gröfser, das Dunkle kleiner. Bei genauerer Beobachtung dieses Phänomens läfst sich bemerken, dafs die Bilder nicht scharf vom Grunde abgeschnitten, sondern mit einer Art grauem, einigermafsen gefärbtem Rande, mit einem Nebenbilde, erscheinen. Bringen nun Bilder schon in dem nackten Auge solche Wirkungen hervor, was wird erst geschehen, wenn ein dichtes Mittel dazwischen tritt. Nicht das allein, was uns im höchsten Sinne lebendig erscheint, übt Wirkungen aus und erleidet sie; sondern auch alles, was nur irgend einen Bezug auf einander hat, ist wirksam auf einander und zwar oft in sehr hohem Maafse. Es entsteht also, wenn die Refraction auf ein Bild wirkt, an dem Hauptbilde ein Nebenbild, und zwar scheint es, dafs das wahre Bild einigermafsen zurückbleibe und sich dem Verrücken gleichsam widersetze, ein Nebenbild aber vorauseile, in der Richtung, in welcher das Bild durch Refraction über sich selbst und über den Grund hin bewegt wird.“

Nachdem der Verf. diese Erklärung der Refraction gegeben hat, entwickelt er die Umstände bei der Verrückung eines grauen und eines farbigen Bildes, und beschreibt die chromatischen und hyperchromatischen Phänomene; dann kömmt er zu den direkten Versuchen mit Sonnenstrahlen, und vervollständigt nach ihnen seine Theorie. Hier macht die Behauptung den Anfang, dafs ein Sonnenstrahl bei der Brechung ein farbenloses Bild gebe, man müsse aber dazu die Tafel

barkeit verſchieden, — bemerkt Hr. v. Göthe: „in den erſten Worten dieſer Propoſition iſt ſchon die ganze Lehre, wie in einer Nuſs, vorhanden, und tritt zugleich jene captiöſe Methode völlig ein, wodurch uns Newton das ganze Buch hindurch zum Beſten hat.“ *Lichter!* „mehrere? und was denn für welche?“ *welche an Farbe verſchieden ſind.* „In dem erſten und zweiten Verſuche, welche zum Beweiſe dienen ſollen, führt man uns farbige Papiere vor, und die Wirkungen, die von dorther in unſer Auge kommen, werden gleich als Lichter behandelt. Offenbar ein hypothetiſcher Ausdruck, denn der gemeine Sinn beobachtet nur, daſs uns das Licht mit verſchiednen Eigenſchaften der Oberflächen bekannt macht. Daſs aber dasjenige, was von dieſen zurückſtrahlt, als ein verſchiedenartiges Licht angeſehn werden könne, darf nicht vorausgeſetzt werden;“ — *ſind auch in der Brechbarkeit,* „wie ſpringt doch auf einmal dieſes abſtracte Wort hervor? Freilich ſteht es ſchon in den Axiomen, und der aufmerkſam gläubige Schüler iſt bereits von dieſen Wundern durchdrungen, und hat nicht mehr die Freyheit, dasjenige, was ihm vorgeführt wird, mit einigem Miſstrauen zu unterſuchen;“ — *verſchieden.* „Die Refrangibilität macht uns alſo mit einem groſsen Geheimniſſe bekannt: das Licht, jenes Weſen, das wir nur als eine Einheit, als einfach wirkend, gewahr werden, wird uns nun als ein Zuſammengeſetztes, aus verſchiedenartigen Theilen Beſtehendes, auf eine verſchiedene Weiſe Wirkendes dargeſtellt.“

Newton beweiſt ſeine Ausſage durch Verſuche. Der Verfaſſer erklärt aber, daſs, ſo ungern er auch gleich von Anfang den Leſer durch irgend eine Paradoxie ſcheu machen möchte, er doch nicht umhin könne, zu behaupten, „daſs ſich durch Erfahrungen und Verſuche eigentlich nichts beweiſen laſſe.“ In Newton's erſtem Verſuche werden zwei auf ſchwarzem Grunde neben einander liegende Vierecke, ein rothes und ein blaues, durch ein Prisma beſehen, das mit zwei in grader Linie liegenden Seiten derſelben parallel gehalten wird; das blaue ſcheint höher heraufgerückt zu ſeyn, als das rothe, woraus Newton ſchlieſst, „das

Licht, welches von dem blauen Papiere herkömmt, leide eine gröſsere Brechung, als das, welches von dem rothen Papiere ausgeht. „Dieſs iſt nun, ſagt Hr. von Göthe, der Grund- und Eckſtein des Newton'ſchen optiſchen Werks. Wir haban ſchon bemerkt, wie captiös und taſchenſpieleriſch dieſer Verſuch angegeben worden. — Nimmt man Hellblau, ſo wird man die Täuſchung leicht gewahr.“ Es giebt einen röthlichen Rand, und iſt keine homogene Farbe, wie das Dunkelblau, welches Newton zu nehmen räth, und das zu dieſem Verſuche nothwendig iſt. „Wenn die Newtonianer ſich dahinter verſchanzen, ſagt der Verfaſſer, daſs die Lichter nie vollkommen homogen ſind, und immer in gewiſſem Grade mit der Erbſünde ihrer Mutter, des Lichts, befleckt ſind, ſo überlaſſe ich willig die Schule ihrem würdigen Coſacken Hetman; denn in dem ganzen Werke habe ich hinlänglich dargethan, daſs er dieſen Titel verdient.“

In dem dritten Verſuche läſst Newton einen Sonnenſtrahl durch ein Prisma gehen, und bemerkt, die Länge des Spectrums verändere ſich nicht merklich, der Strahl möge an der dickſten oder an der dünnſten Stelle des Prisma hindurch gehn. „Das iſt völlig unwahr, ſagt der Verfaſſer, denn gerade die Gröſse des Winkels des Prisma macht vorzüglich die Ausdehnung des Bildes gegen deſſen Breite verſchieden.“ Er verwechſelt hier die Dicke des Prisma mit der Gröſse des brechenden Winkels; nach ſolchen Fehlgriffen verwundert man ſich nicht mehr über den Widerwillen, den er gegen den mathematiſchen Theil von Newton's Werk äuſsert.

In dem fünften Verſuche zeigt Newton, daſs wenn ein Sonnenſtrahl in einem horizontalen Prisma gebrochen und das Spectrum auf ein ſenkrechtes Prisma geworfen wird, ein nach der Diagonale geneigtes Spectrum entſteht, und ſchlieſst daraus, daſs in der zweiten Brechung jeder Strahl ſich eben ſo als in der erſten verhalte; das heiſst, daſs z. B. der blaue Strahl wieder ſtärker als der rothe gebrochen werde, und ſo ferner. „Auch dieſen Verſuch, ſagt Hr. v. Göthe, betrachtet

Newton durch den Nebel des Vorurtheils. Er weiſs nicht recht, was er ſieht, noch was aus dem Verſuche folgt. Das gebückte Bild, welches er wahrnimmt, iſt keineswegs das aufgefangene erſte, das nach der zweiten Refraction einen Reverenz macht, ſondern ein ganz neues, das nunmehr in der ihm zugenöthigten Richtung gefärbt wird."

Newton findet, indem er den Gang der Strahlen verfolgt, daſs das Blau des erſten Farbenbildes den blauen Strahl des zweiten Spectrums bildet. Dieſes will der Verfaſſer ſchlechterdings läugnen, weil dieſe Beobachtung eine Art von Analyſe erfordert. In dem ganzen Werk: zur Farbenlehre, iſt auch nicht ein einziger Verſuch gemeſſen oder analyſirt; der Verfaſſer verſchanzt ſich immer hinter unbeſtimmte Ideen, und entzieht ſich ſo den beſtimmten Folgerungen, zu denen er genöthigt ſeyn würde, hätte er die Erſcheinungen gemeſſen *).

Ich folge ihm in ſeiner Kritik von Newton's Farbenlehre nicht weiter. Er beſchuldigt Newton bald ſich zu irren, bald wirft er ihm böſen Willen vor, mit dem er die Leichtgläubigkeit ſeiner Leſer zum Beſten habe, indem er die Hauptumſtände bei den Erſcheinungen verheimliche; dann ſchüttet er wieder ſeinen ganzen Haſs und alle Galle der Ironie über die Anhänger Newton's aus. Sein ganzes Raiſonnement geht im Allgemeinen auf Folgendes hinaus: Newton hat eine Erklärung der Erſcheinungen der Brechung gegeben; ich gebe eine ſehr viel einfachere, indem ich ſage, daſs ein Bild über das andere hingleitet. Es iſt genug, gemeinen Menſchenverſtand zu haben, um zwiſchen uns nicht zu ſchwanken, und ich bin überzeugt, daſs kein vernünftiger Menſch Newton's Meinung ſeyn kann.— Der Verfaſſer begnügt ſich nicht ſeine Meinungen auseinander zu ſetzen, er verweiſt ſeine Widerſacher in das Narrenhaus oder in die Küche der Hexen. Er behandelt die Newtonianer als Coſacken, und ihre Mei-

*) *L'auteur ſe retranche toujours dans un vague d'idées au milieu duquel il élude les conſequences poſitives qu'il ſeraît forcé de déduire de la meſure des phénomenes.*

nungen als unglaubliche Thorheiten. Er verwundert ſich, daſs es in dem menſchlichen Gehirn Organe gebe, welche fähig ſind, dergleichen Ideen zu faſſen, und er wünſcht, der Dr. Gall möge den Hirnſchädel eines wahren Newtonianers unterſuchen, damit dieſes Problem aufgelöſt werde.

Man iſt erſtaunt Argumente dieſer Art in einem phyſikaliſchen Werke zu finden; doch nur gar zu häufig wird man gewahr, daſs der Verfaſſer nicht in der Gemüthsſtimmung war, welche dem unbefangnen Wahrheitsforſcher zukömmt. Auch wird er, ungeachtet ſeiner ausnehmenden Intoleranz, nur wenige Proſelyten machen. Da er alle Meinungen, welche Newton in ſeiner Optik vorträgt, ohne Unterſchied verdammt, ſo wird man nicht aus ſeinem Werke die Irrthümer kennen zu lernen unternehmen, in welche Newton gerathen ſeyn kann *).

*) Von dem *zweiten Theile* des Werks ſagt dieſer kritiſche Bericht *nichts*. Er enthält Materialien zur Geſchichte der Farbenlehre, und es fehlt darin zu Rügen ähnlicher Art nicht an Stoff. Daſs wir indeſs, wie es von dem geiſtreichen Dichter zu erwarten war, für die Wärme, von der er ſich hinreiſsen läſst, — und die zwar im Reiche der Phantaſie das Ergreifende, nicht aber, was wir in der Wiſſenſchaft ſuchen, Ueberzeugung hervorbringt, — bei allem Unhaltbaren ſeiner wiſſenſchaftlichen Anſicht, doch durch Manches entſchädigt werden; dieſe Ueberzeugung war bei mir ſo lebhaft, daſs das Werk, ſeines theuren Preiſes ungeachtet, unter meinen Büchern nicht fehlt.

Gilbert.

VII.

Herabfallen dreier Meteorſteine am 8. Juli 1811, unweit Burgos in Alt-Kaſtilien *).

Nach einem Berichte des franzöſiſchen Diviſions-Generals Dorſenne, aus dem Hauptquartiere Burgos, an das franzöſiſche Inſtitut, hörte man bei dem ſpaniſchen Dorfe *Berlanguillas*, an der Straſse von *Aranda* nach *Roa* **), am 8. Juli 1811, um 8 Uhr Abends, beim heiterſten Himmel, eine ſtarke Exploſion, wie einen ſtarken Kanonenſchuſs; drei andere folgten; dann eine vierte, die einem Heckfeuer der Infanterie glich. Einige Bauern auf dem Felde hörten dieſes Getöſe mit Schrecken; es pfiff an ihrem Ohr wie Kugeln vorbei; im aufwirbelnden Sande des Bodens ſahen ſie etwas fallen. Sie ſuchten nach; es war ein glühend heiſser Stein. Zwei oder drei andere waren noch 60 Schritt in der Runde umher gefallen. Die Commandanten des 7 Stunden entfernten *Aranda* und des Forts *Cachabon* hatten ebenfalls die 3 Kanonenſchläge, das Musketenfeuer, und beſonders das Kugelpfeifen gehört, und nach allen Seiten Patrouillen ausgeſchickt, ohne einen Feind zu finden. Auf den Anhöhen war müſsiges Volk zuſammen gelaufen, in der Meinung, bald das Schauſpiel eines Treffens zu ſehen. Als die Patrouillen nach Berlanguillas kamen, erfuhren ſie die Urſache des Getöſes, und der Alkalde gab ihnen zwei von den aus der Luft gefallnen Steinen.

*) Aus den öffentlichen Blättern, Januar 1812.

**) Beide Flecken liegen an dem Duero im Diſtricte von Burgos. *G.*

Ankündigung

von

Hrn. Prof. Gilbert's Annalen der Physik

Jahrgang 1812.

Die *Annalen der Physik und der physikalischen Chemie* des Hrn. Prof. Gilbert werden auch in dem gegenwärtigen Jahre monatsweise regelmäfsig, wie in den verfloſſenen *dreizehn* Jahren, erſcheinen. Neue Entdeckungen über Muskelthätigkeit von Erman und Wollaſton, über Polariſirung des Lichts und der Farben von Malus und Arago, und über die Geſetze der Verbindungen des Waſſers mit andern Körpern und der Bildung von ſalpeterſauren und ſalpetrigſauren Salzen, Baſiſchen und Doppel-Salzen, von Berzelius, welche für den neuen Jahrgang ſchon unter der Preſſe ſind, mögen Bürge ſeyn, daſs dieſe Annalen ſich in ihrem Werthe erhalten werden. Hier eine Andeutung des Wichtigſten, was der eben vollendete Jahrgang gebracht hat.

Der Verfolg der groſsen Arbeiten des unermüdlichen Forſchers Davy in London, über die Metalle der Alkalien und der Erden (Heft 1., 2.), Arbeiten, über die er ſelbſt in H. 8. Notizen mittheilt; — und Davy's drei neueſte Abhandlungen, welche ſich mit ſeiner *Chlorine* und *Euchlorine* beſchäftigen (H. 9.), d. h. mit dem chemiſch-einfachen Weſen, das man bisher oxygenirt-ſalzſaures-Gas genannt hat, und das mit dem Sauerſtoff in einer Claſſe ſtehend, im Vereinigen mit den verbrennlichen Körpern Verbrennung, Säuren, Oxyde und Salze, und mit dem Waſſerſtoff Salzſäure bildet, und deſſen Verbindung mit Sauerſtoff (die ſogen. überoxygenirte Salzſäure) für ſich als ein leicht detonirendes Gas darzuſtellen, Davy'n zuerſt geglückt iſt. Die Annalen enthalten *ſämmtliche* hierher gehörige Arbeiten Davy's, alle nach Gilbert's freyer Ueberſetzung. — Gilbert's hiſtoriſch-kritiſche Unterſuchung über die feſten Miſchungs-Verhältniſſe in den chemiſchen Verbindungen, und über die Geſetze, welche man in ihnen in den neueſten Zeiten entdeckt hat (H. 1. 2.), *eine kritiſche Einleitung* in die ſtöchyometriſchen Anſich-

Schalls in allen Temperaturen (H. 10.); Gough u. Charles über das Bauchreden (H. 5.); Prätorius Horchrohr (H. 10.); und zweier Engländer Verſuche über das Tönen der Gasarten (H. 11.). — Englefield's einfaches Reiſebarometer; Anweiſung zum Gebrauch deſſelben, mittelſt ſeiner oder mittelſt d'Aubuiſſon's nur eine Seite einnehmende Tafeln (H. 7, 9.); Oltmann's tragbare hypſometriſche Tafeln (H. 7.); Horner's Verſuch, die von Lindenauſchen Barom. Tafeln auf wenig Seiten darzuſtellen (H. 12.), und Benzenberg vom Höhenmeſſen mit dem Barometer (H. 12.) — Herabfallen von Meteorſteinen bei Orleans und in Rufsland (H. 8.); Patrin, daſs das Kniſtern des Nordlichts eine Fabel iſt (H. 4.); Böckmann's Allgem. Reſultate aus den Karlsruher Witter. Beobb. im J. 1810 (H. 12). — Gr. Rumford vom Vortheile breiter Kutſchenräder (H. 8.); Waſſerhebungs-Maſchinen; Gebläſe durch Waſſer, Waſſerſchlitten u. d. m.

Durch Auswahl, Zuſammenſtellung und eigne freye Bearbeitung der wichtigeren Arbeiten des Auslands, beſtrebt ſich der Herausgeber, dieſen Annalen, denen er ſeit dreizehn Jahren Kraft und Zeit widmet, eine längere als die gewöhnliche ephemere Dauer zuzuſichern. Mögen diejenigen, denen er mit gewiſſenhafter Treue vorarbeitet, nicht vergeſſen, daſs in dieſem Fache Arbeiten der Art um ſo verdienſtlicher ſind, je mehr dabei der Herausgeber nur für den Ruhm Anderer ſorgt.

Der Preis des Jahrgangs von 12 Heften bleibt 6 thlr. 16 gr. Wer ſich an die Rengerſche Buchhandlung in Halle ſelbſt wendet, erhält die erſten 30 Bände für 30 thlr. preuſs. Curr. Die folgenden 9 Bände, welche die *Neue Folge* ausmachen, werden dem, der als Abonnent eintritt, von der jetzigen Verlagshandlung ebenfalls zu billigen Preiſen überlaſſen.

Im Verlage von Johann Ambroſius Barth
in Leipzig.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1812, ZWEITES STÜCK.

Die neuſten Entdeckungen über die Polariſirung und über die Farben des Lichtes,

zuſammengeſtellt von Gilbert.

Die Verſuche, welche Hr. Malus in Paris bis in den März des verfloſſnen Jahres 1811 über die Polariſirung des Lichtes bekannt gemacht hat, habe ich meinen Leſern, ſo weit ſie in einzelnen Abhandlungen erſchienen ſind, vollſtändig in dieſen Annalen vorgelegt. (*Neue Folge* B. 1. S. 286. B. 2. 463. B. 7. 109. B. 8. 237.) Schon dieſe Erfahrungen über die auffallenden Modificationen, welche verdoppelnde Kryſtalle dem Lichte, das durch ſie hindurchgeht, und welche auf ähnliche Art durchſichtige Körper dem Lichte, das ſie unter gewiſſen Winkeln zurückwerfen, bleibend eindrücken, und die Schlüſſe, welche aus dieſer Polariſirung der Lichtſtrahlen über die Natur des Lichtes gezogen worden ſind, gehörten zu dem Merkwürdigſten und Ueberraſchendſten, was unſere Zeit der Phyſik gebracht hat. Die beiden neuſten Aufſätze des Herrn Malus, welche

man hier findet, führen dieſen Gegenſtand um vieles weiter, und vollenden ihn gewiſſermaſsen von einer Seite, während ſie von einer andern Seite neue Unterſuchungen einleiten. Herr Arago, der vereint mit Hrn. Biot vor mehrern Jahren die feinen Verſuche über die Verwandtſchaft der Körper zum Lichte, deren meine Leſer ſich mit Intereſſe erinnern werden (Annal. B. 27 und 28), angeſtellt und muſterhaft durchgeführt hat, iſt, als er die Verſuche des Hrn. Malus wiederholte und abänderte, auf eine ſehr merkwürdige Entſtehungsart prismatiſcher zum Weiſs ſich ergänzender Farben, und beſonderer, bisher unbekannter, farbiger Ringe und Säume, geführt worden, welche auf unſere bisherige Anſicht von den Farben einen groſsen Einfluſs haben dürften, und in der phyſikaliſchen Farbenlehre eine bedeutende Rolle ſpielen werden. Von ihnen handelt der vierte Aufſatz, zwar nur im Auszuge, doch mit hinreichender Umſtändlichkeit, um Freunden dieſes Theils der Naturlehre eine deutliche Ueberſicht über dieſe neue Klaſſe von Farbenerſcheinungen zu geben, und ſie in den Stand zu ſetzen, ſie ſelbſt hervorzurufen. Und dieſes iſt nicht ſehr ſchwer, beſonders wenn man ſich mit einem prismatiſchen Fernrohr mit verdoppelndem Prisma verſieht, von welchem der dritte Aufſatz handelt. Möge indeſs, wer dieſe Verſuche mehr auszubilden und ſie weiter zu führen unternimmt, ſich die Genauigkeit und die Schärfe zum Muſter nehmen, welche die HH. Malus und Arago in ihren Unterſuchungen zu ereichen gewuſst haben.

I.

Ueber die Erſcheinungen, welche die Zurückwerfung und die Brechung des Lichts begleiten,

von

dem Oberſtlieutenant Malus, Mitgl. d. Inſt.

(vorgel. in der erſten Kl. d. Inſt. am 7. Mai 1811)

Frei überſetzt von Gilbert.

Ich habe ſchon mehrmals die Ehre gehabt, die Klaſſe von den ſonderbaren Umſtänden zu unterhalten, die eintreten, wenn das Licht an der Oberfläche der undurchſichtigen und der durchſichtigen Körper zurückgeworfen wird. Die neuen Reſultate, die ich ihr jetzt vorzulegen im Begriff bin, verbreiten volles Licht über die phyſiſchen Eigenſchaften, welche das Licht durch Einfluſs der Körper annimmt, die daſſelbe zurückwerfen. Sie vollenden einigermaſsen die Theorie dieſes neuen Zweigs der Optik, indem ſie ſie auf eine kleine Zahl wohl unterſchiedner Thatſachen zurückführen, die verbunden die mannigfaltigen und auſserordentlichen Erſcheinungen erzeugen, welche man bei dieſen Verſuchen wahrnimmt.

Ueber das, was ich unter einem *polariſirten* Lichtſtrahl verſtehe, habe ich mich ſchon hinlänglich erklärt *). Ich nenne ſo einen Lichtſtrahl, der

*) In einer Vorleſung am 11. März 1811; dieſe *Annalen* Jahrgang 1811. St. 7., oder *N. F.* B. 8. S. 228 f., und zwar daſ. *S.* 240. Gilbert.

bei gleichem Einfallswinkel auf einen durchſichtigen Körper die Eigenſchaft hat, entweder zurückgeworfen zu werden, oder ſich der Zurückwerfung zu entziehn, je nachdem er dem einwirkenden Körper eine andere Seite zuwendet; und es ſtehen dieſe Seiten, oder Pole des Lichtſtrahls ſtets auf einander unter rechten Winkeln.

Ich hatte ferner bemerkt, daſs, um einen Lichtſtrahl zu polariſiren, es hinreichend iſt, ihn entweder durch einen Kryſtall von doppelter Strahlenbrechung hindurchgehn zu laſſen, wobei zwei entgegengeſetzte polariſirte Lichtbündel entſtehn *); oder ihn von einem nicht belegten Spiegelglaſe, das mit der Richtung des Strahls einen Winkel von 35° 25′ macht, zurückwerfen zu laſſen, in welchem Falle, wie ich bewieſen habe, alles zurückgeworfne Licht auf die eine Art, der gebrochne Strahl dagegen auf die entgegengeſetzte Art polariſirt wird, und zugleich dem zurückgeworfnen Lichte proportional iſt.

Von dieſer letztern Thatſache gehe ich bei den hier zu erzählenden Verſuchen aus.

1.

Um der Phantaſie zu Hülfe zu kommen, wollen wir uns einen ſenkrecht herabkommenden Licht-

*) *Deux faiſceaux polariſés en ſens contraire*, ſo nennt Hr. Malus, wie aus dem vorigen Abſatz erhellt, zwei Lichtſtrahlen, worin die übereinſtimmenden Seiten oder Pole des einen auf die des andern ſenkrecht ſtehen, eigentlich alſo einander nicht ganz entgegen geſetzt ſind.
Gilbert.

ſtrahl denken, der in der Richtung des Meridians polariſirt iſt, und unter den ein nicht belegtes Spiegelglas ſo angebracht ſey, daſs es ſich um dieſen Strahl rund umher drehen laſſe, während es mit demſelben immerfort einen Winkel von 35° 25′ macht. Um das Licht, welches in den verſchiednen Lagen dieſes Spiegelglaſes durch daſſelbe hindurchgeht, zu analyſiren, ſetzte ich darunter einen rhomboedriſchen isländiſchen Kryſtall ſo, daſs der Hauptſchnitt deſſelben in der Mittagsebne iſt. Die Ebne, welche durch den einfallenden und den von dem Spiegelglaſe zurückgeworfenen Strahle geht, will ich die *Einfallsebene* nennen *).

Die Einfallsebene befinde ſich nun zuerſt in der Mittagsebene. In dieſem Fall iſt der *zurückgeworfne* Strahl vollſtändig polariſirt, ſo daſs, wenn man ihn durch einen isländiſchen Kryſtall hindurchgehn

*) Bei dem Originale finden ſich keine Figuren. Zur Erleichterung der Vorſtellung habe ich auf Taf. I. in Fig. 1. dieſe Vorrichtung in einer ziemlich rohen Zeichnung dargeſtellt. AB iſt der ſenkrechte polariſirte Strahl, deſſen eine Seite α in der Mittagsebne MN liegt, und deſſen andere Seite β auf dieſer Ebne ſenkrecht ſteht. Er fällt auf das unbelegte Spiegelglas SP unter einem Winkel $ABL = 35° 25'$ auf (vergl. *Ann. N. F.* B. 7. S. 110), und wird, iſt BM das Einfallsloth, theils zurückgeworfen in der durch AB und BM gehenden Einfallsebne AE, ſo daſs $GBC = LBA$ iſt, theils geht er durch das Spiegelglas, zweimal gebrochen, in derſelben Richtung BD, in welcher er ankam, hindurch, und hier trifft er in D auf den isländiſchen Kryſtall, der ſo ſteht, daſs ſeine Oberfläche horizontal, und ſein Hauptſchnitt HI in der Richtung der Mittagsebene MN iſt. *Gilbert.*

lieſse, deſſen Hauptſchnitt mit der Einfallsebene parallel wäre, er in einem einzigen Strahlenbündel nach dem gewöhnlichen Brechungsgeſetze würde gebrochen werden. Auch der Strahl, der durch das Spiegelglas *hindurchgeht*, wird dann durch das darunter ſtehende Rhomboeder in einem einzigen gewöhnlichen Strahle gebrochen.

Dreht man nun das Spiegelglas um den ſenkrechten Lichtſtrahl wie um eine Axe, ſo daſs z. B. die Einfallsebene ſich der Richtung Nord-Weſt nähert, ſo vermindert ſich das Licht, welches das Glas *zurückwirft*, der Menge nach, bleibt aber vollkommen polariſirt, und zwar in Beziehung *(par rapport)* auf die neue Einfallsebene. Des *gebrochenen* Lichtes wird in eben dem Verhältniſſe mehr, als die Menge des zurückgeworfnen Lichtes abnimmt; was aber zu dem hinzukömmt, welches in der erſten Lage des Glaſes hindurchging, iſt in Beziehung auf die neue Einfallsebene polariſirt. Der gebrochne Strahl wird daher dann beim Durchgehen durch den untern Rhomboeder in zwei Strahlen zerlegt, von denen der ungewöhnlich gebrochne ſein *Maximum* der Intenſität erreicht, wenn das Spiegelglas die Hälfte einer Viertel-Umdrehung gemacht hat, wenn folglich in unſerm Falle die Einfallsebene in der Richtung Nord-Weſt iſt; und in dieſer Lage wirft das Spiegelglas genau halb ſo viel Licht zurück, als in der erſten.

Fährt man fort, das Spiegelglas zu drehen, und nähert die Einfallsebene der Richtung nach Weſt, ſo nimmt das *zurückgeworfne* Licht noch ferner an

Intenſität ab, das *gebrochne* Licht dagegen in eben dem Verhältniſſe zu; und der ins untere Rhomboeder durch die auſserordentliche Brechung erzeugte Strahl wird ſchwächer, indeſs der gewöhnlich gebrochne Strahl an Intenſität immer mehr zunimmt. Hat endlich das Spiegelglas genau eine Viertel-Umdrehung gemacht, ſo wirft es nicht ein einziges Lichttheilchen mehr zurück, und der Strahl, den es hindurchläſst, wird in dem untern Kryſtall in einen einzigen Lichtbündel auf gewöhnliche Art gebrochen.

Alſo nimmt das zurückgeworfne Licht ab, das gebrochne dagegen immer zu, von der erſten Lage des Spiegelglaſes an, bis beim Drehen deſſelben die Einfallsebene einen Bogen von 90 Graden durchlaufen hat. Zugleich nimmt auf eben dieſe Art der im untern Rhomboeder durch gewöhnliche Brechung gebildete Strahl von der erſten Lage bis zu dieſer letztern immerfort zu; der ungewöhnlich gebrochne Strahl nimmt aber nur ſo lange zu, bis die Einfallsebne einen Winkel von 45 Graden durchlaufen hat; dann nimmt er wieder ab, und wird null, wenn das Glas den vierten Theil einer Umdrehung vollendet hat. Bei einer ganzen Umdrehung hat folglich das *zurückgeworfne* Licht zwei *Maxima*, welche den Richtungen Nord und Süd, und zwei abſolute *Minima*, die den Lagen Oſt und Weſt zugehören; eben ſo hat das *durchgelaſſene Licht* und der Theil deſſelben, welcher in dem Rhomboeder die *gewöhnliche* Brechung erleidet, zwei *Mini-*

ma, den Lagen Nord und Süd, und zwei *Maxima* den Lagen Oſt und Weſt entſprechend; das *ungewöhnlich*-gebrochne Licht hat dagegen vier abſolute *Minima*, welche den Lagen N, S, O, W, und vier abſolute *Maxima*, welche den Lagen NW, SO, NO, SW entſprechen.

2.

Iſt die Einfallsebene in einer dieſer letztern Lagen, z. B. in der NW, ſo läſst ſich eine beſondere Erſcheinung wahrnehmen, welche zu einem wichtigen Reſultate über das Maaſs der verſchiednen Intenſitäten des zurückgeworfnen und des hindurchgelaſsnen Lichtes führt. Zu dieſer Lage gehört eins der *Maxima* des ungewöhnlich gebrochnen Lichtes. Dreht man das untere Kalkſpath-Rhomboeder ein wenig, ſo daſs der Hauptſchnitt nach NO zu vorrückt, ſo nimmt der ungewöhnlich gebrochne Strahl ſehr ſchnell an Stärke ab, und verſchwindet ſelbſt ganz, wenn das Licht nicht ſehr intenſiv iſt; über dieſe Gränze hinaus erſcheint er wieder. Wenn man den von dem Hauptſchnitt beſchriebnen Winkel, welchem dieſes neue *Minimum* entſpricht, beobachtet, ſo läſst ſich daraus direct auf das Verhältniſs ſchlieſsen, worin das hindurchgelaſsne Licht in ſeinem *Maximo* und in ſeinem *Minimo* ſteht. In der That führt auch die Theorie zu dem Reſultate, daſs das Licht, welches das Spiegelglas in ſeiner erſten Lage hindurchläſst, zu der Lichtmenge, um welche jenes Licht nach einer Viertel-Umdrehung vermehrt worden iſt, ſich wie die Einheit zu zweimal der Tan-

gente des doppelten Winkels, den man beobachtet hat, verhält. Es läſst ſich folglich durch Meſſen eines einzigen Winkels das Haupt-Element dieſer Phänomene beſtimmen. Iſt dieſe Gröſse einmal beſtimmt, ſo kann man daraus leicht, vermöge der Theorie, das Verhältniſs der Intenſität des gewöhnlich- und des ungewöhnlich-gebrochnen Strahls, nicht bloſs in ihren *Maximis*, ſondern auch in jeder andern Lage dazwiſchen ableiten.

3.

Man denke ſich das Spiegelglas wiederum in der Lage, in welcher es das Viertel einer Umdrehung gemacht hat, und ſtelle ſich vor, es werde nun um eine horizontale Axe drehbar, ſo, daſs die Einfallsebne immerfort einen Winkel von 45° mit der Mittagsebne mache, während der Winkel, unter welchem der ſenkrechte Strahl gegen das Glas geneigt iſt, gröſser und kleiner werde *). Macht das Glas einen Winkel nur von einigen Graden mit dem Horizonte, ſo wirft es den einfallenden ſenkrechten Strahl zum Theil zurück, das zurückgeworfne Licht findet ſich dann aber nicht, wie in dem vorigen Verſuche, in Beziehung auf die Einfallsebne, ſondern in Beziehung auf die Mittagsebne polariſirt. Hat man auf dem Spiegel-

*) Wenn alſo in Fig. 2., LG wiederum den Durchſchnitt der Einfallsebne AE mit dem Spiegelglaſe SP vorſtellt, und wenn die Linie RQ in dem Glaſe, in der Richtung der Mittagsebne MN, durch den Einfallspunkt B des Lichtſtrahls ſenkrecht auf LG gezogen iſt, ſo denke man ſich, das Spiegelglas werde um die horizontale Axe RQ gedreht.

glafe eine Linie, in der Richtung der Mittagsebne gezogen, und läfst das zurückgeworfne Licht auf einen isländifchen Kryftall fallen, deffen Hauptfchnitt mit diefer Linie parallel ift, fo wird dann der ganze Lichtftrahl in dem Kryftalle in einem einzigen gewöhnlichen Strahle gebrochen werden.

Vergröfsert man die Neigung des Spiegelglafes gegen den fenkrechten Strahl *), fo findet fich in dem zurückgeworfnen Lichte, *erftens* Licht, welches in Beziehung auf die Mittagsebene polarifirt ift, und *zweitens* ein anderer Antheil Licht, der in Beziehung auf die Einfallsebene polarifirt ift. Macht das Spiegelglas mit dem fenkrechten Strahl einen Winkel von 35° 25′, fo wird alles zurückgeworfne Licht in Beziehung auf die Einfallsebne polarifirt; über diefe Gränze hinaus fängt es aber wiederum an zum Theil in Beziehung auf die Mittagsebne polarifirt zu werden, und der in Beziehung auf die Einfallsebne polarifirte Lichtantheil nimmt an Intenfität ab, bis das Spiegelglas die fenkrechte Lage erreicht hat.

Es ift kaum nöthig, zu bemerken, dafs in allen diefen Lagen der durch Brechung in dem untern Rhomboeder gebildete *aufserordentliche* Strahl ftets derjenigen Menge des zurückgeworfnen Lichtes, welche in Beziehung auf die Einfallsebene polarifirt wird, proportional ift. Dreht man

*) Das heifst, *verkleinert* man den *Neigungswinkel* des Strahls gegen das Spiegelglas, indem man diefes letztere fo dreht, dafs es mit dem Horizonte einen gröfsern Winkel macht. *Gilbert.*

das Rhomboeder, wie in dem vorigen Verſuche, ſo, daſs der Winkel, den der Hauptſchnitt deſſelben mit der Einfallsebne macht, immer gröſser wird, ſo erreicht der auſserordentliche Strahl ein *Minimum* der Intenſität, und durch Meſſen der Gröſse des beſchriebenen Winkels ergiebt ſich das Verhältniſs, worin die Menge des polariſirten Lichtes zu der ſteht, welche durch das Spiegelglas, ohne dieſe Modification zu erleiden, hindurch geht. Durch dieſes Mittel läſst ſich folglich die Menge von Licht beſtimmen, welche unter verſchiednen Einfallswinkeln polariſirt wird, und das Meſſen bei dieſem Phänomen wird auf bloſses Beobachten von Winkeln zurück gebracht, wodurch dieſes Problem, welches bisher für mich mit den gröſsten Schwierigkeiten verſtrickt war, ſich bedeutend vereinfacht.

4.

Man ſetze in dem vorigen Verſuche an die Stelle des Spiegelglaſes, ganz unter denſelben Umſtänden, einen ebnen *Metallſpiegel*, ſo daſs die Einfallsebne des ſenkrechten Strahls auch bei ihm unverändert einen Winkel von 45° mit der Mittagsebne mache. Iſt dieſer Spiegel nur einige Grade gegen den Horizont geneigt, ſo findet ſich alles Licht, welches er zurückwirft, in Beziehung auf die Mittagsebne polariſirt, wie es das einfallende Licht des ſenkrechten Strahles war. Wird die Neigung des Spiegels gegen den Horizont vergröſsert, ſo wirft er Licht zurück, wovon ein Theil in Beziehung

auf den Meridian, ein anderer Theil in Beziehung auf die Einfallsebne polarisirt ist; und man erreicht endlich eine gewisse Neigung, in welcher das Licht ganz und gar in Beziehung auf die Einfallsebne polarisirt wird. Ueber diese Gränze hinaus erscheint in dem zurückgeworfnen Strahle wieder Licht, das in Beziehung auf den Meridian polarisirt ist, und das in Beziehung auf die Einfallsebne polarisirte Licht nimmt an Intensität immer mehr ab, bis der Spiegel vertical wird.

Die durchsichtigen Körper und die Metalle wirken folglich genau auf einerlei Art, auf das Licht, welches sie zurückwerfen. Der einzige Unterschied ist, dass die durchsichtigen Körper alles Licht, welches sie in der einen Richtung *(dans un sens)* polarisiren, durch sich hindurch lassen und brechen, und das in der andern Richtung *(dans le sens contraire)* polarisirte Licht zurückwerfen; dass dagegen die Metalle das durch sie in der einen und in der andern Richtung *(dans les deux sens)* polarisirte Licht beides zurückwerfen: wohl verstanden jedoch, dass sie dabei an dem Vermögen Theil nehmen, welches alle andere undurchsichtige Körper haben, in grösserer Menge die Arten von Strahlen zu verschlucken, welche die durchsichtigen Körper durch sich hindurch lassen.

Dieser letztere Versuch giebt uns ein Mittel an die Hand, den *Winkel* zu bestimmen, unter welchem polirte Metalle das Licht polarisiren, und zeigt zugleich, warum es unmöglich war, bei ihnen

dieſen Winkel durch dieſelbe Methode zu beſtimmen, deren ich mich bei den durchſichtigen Körpern bedient hatte. Denn wenn natürliches [unverändertes] Licht auf das Metall unter dieſem Winkel auffällt, ſo enthält der zurückgeworfne Strahl zugleich die Lichttheilchen, welche in der einen, und die, welche in der andern Richtung polariſirt ſind, und er muſs daher, wenn man ihn durch einen isländiſchen Kryſtall zerlegt, dieſelben Eigenſchaften zeigen, als der unter den gröſsten und der unter den kleinſten Einfallswinkeln zurückgeworfne natürliche Lichtſtrahl, welches in dieſem Fall die Gränze, die wir ſuchen, unbeſtimmbar macht. Man vermeidet dieſe Schwierigkeit, wenn man einen ſchon polariſirten Lichtſtrahl von dem Metallſpiegel zurückwerfen läſst; muſs dann aber, nicht wie bei den durchſichtigen Körpern, den Winkel, unter welchem die Polariſirung am vollſtändigſten iſt, ſondern vielmehr den Winkel, unter welchem die Entpolariſirung *(la dépolariſation)* am vollſtändigſten iſt, beobachten. Man muſs aus dieſem Grunde bei den *Metallen* ſich der Zurückwerfung eines ſchon polariſirten Lichtſtrahls bedienen, und dabei darauf ſehen, daſs die Pole des Strahls einen Winkel von 45° mit der Einfallsebene machen; man beobachtet dann den Winkel, unter welchem das Licht entpolariſirt, wie ein natürlicher Strahl, erſcheint. Für die *durchſichtigen Körper* bedient man ſich dagegen der Zurückwerfung eines natürlichen Strahls, und beobachtet den Winkel, unter welchem das Licht vollſtändig

polarisirt zu seyn scheint. Diese Winkel lassen sich in beiden Fällen mit gleicher Genauigkeit bestimmen.

Die hier angeführten Versuche beweisen, dass die Schwierigkeit, diese Erscheinungen bei den Metallen zu beobachten, wenn man einen directen Lichtstrahl anwendet, nicht, (wie ich in meiner *Théorie de la double réfraction* p. 230 vermuthet hatte,) daher rührt, dass das partiell zurückgeworfene Licht, welches diese Modification erlitten hat, mit den von der totalen nicht modificirten Zurückwerfung herrührenden Lichtstrahlen vermengt wird; vielmehr werden die Strahlen, welche ich total zurückgeworfen nannte, (um sie von denen zu unterscheiden, welche, wie ich glaubte, von einer partiellen Reflexion herrrührten, auf ähnliche Art wie bei durchsichtigen Körpern,) ebenfalls vollständig polarisirt, werden es aber in zwei verschiedenen Richtungen zu gleicher Zeit.

Diese Versuche beweisen zweitens, dass das gewöhnliche Licht, welches von den Körpern unter grösern oder kleinern Winkeln, als dem bestimmten, zurückgeworfen wird, die Eigenschaften des natürlichen Lichtstrahls nicht deshalb besitzt, (wie ich gleichfalls p. 239 vermuthet hatte,) weil es aus Licht besteht, das in den beiden angegebenen Richtungen polarisirt ist, sondern weil es die Modification, welche die Polarisirung hervorbringt, in der That nicht erlitten hat.

5.

Die Thatsachen, welche in dieser Abhandlung enthalten sind, weisen uns also die Methoden nach,

die man befolgen muſs, um in den verſchiednen Fällen eine genaue Meſſung der Erſcheinungen zu erhalten. Sie klären alles Problematiſche auf, welches dieſe Theorie noch enthielt, und es flieſsen aus ihnen die nachſtehenden *Folgerungen* auf eine nicht zu bezweifelnde Weiſe:

1) Alle Körper in der Natur, ohne Ausnahme, polariſiren vollſtändig das Licht, welches ſie unter einem gewiſſen beſtimmten Winkel zurückwerfen. Ueber dieſen Zurückwerfungs-Winkel hinaus, und unterhalb deſſelben, nimmt aber das Licht dieſe Modification nur auf eine unvollſtändige Weiſe an.

2) Die Metalle, welche mehr Licht als die durchſichtigen Körper zurückwerfen, polariſiren davon auch mehr. Dieſe Modification inhärirt der Art von Kräften, welche die Zurückwerfung bewirken.

Endlich führen uns dieſe neuen Erſcheinungen der Wahrheit um einen Schritt näher, indem ſie das Unzureichende aller Hypotheſen darthun, welche die Phyſiker erſonnen haben, um die Zurückwerfung des Lichts zu erklären. So z. B. läſst ſich in keiner dieſer Hypotheſen erklären, warum der intenſivſte Lichtſtrahl, wenn er polariſirt iſt, unter einer gewiſſen Neigung ganz durch einen durchſichtigen Körper hindurchgehn, und ſich der partiellen Zurückwerfung, welche das gewöhnliche Licht erleidet, ganz entziehn kann.

II.

Ueber die Axen der Brechung der Kryſtalle und der organiſchen Körper;

von

dem Oberſtlieutenant Malus, Mitgl. d. Inſt.

(Vorgeleſen in der erſten Kl. d. Inſt. am 29. Aug. 1811.)

Frei überſetzt von Gilbert.

Es iſt meine Abſicht, der Klaſſe eine Beſchreibung der Mittel vorzulegen, deren ich mich bediene, um in Kryſtallen, an denen keine Spur von ihrer primitiven Geſtalt wahrzunehmen iſt, z. B. an Stücken Bergkryſtall, die zu verſchiednem, beſonders optiſchem Gebrauche geſchnitten ſind, die Axe der Kryſtalliſation und der Brechung aufzufinden. Dieſes Verfahren iſt ſchon in den optiſchen Werkſtätten eingeführt, in welchen Rochon'ſche Micrometer verfertigt werden *). Noch leichter läſst ſich mittelſt deſſelben die Axe der Brechung in Kryſtallen auffinden, die nicht entſtellt ſind, und ich bin durch Anwendung deſſelben zu Reſultaten über die Structur nicht nur der Kryſtalle, ſondern auch der vegetabiliſchen und der thieriſchen Körper gelangt, von denen ich gleichfalls die Klaſſe unterhalten will.

Man wird ſich aus meinen vorigen Abhandlungen erinnern, wie ich die Richtung, nach welcher

*) Eine kurze Notiz von dieſen Mikrometern, welche aus einem Prisma aus verdoppelndem Kalkſpath beſtehn, füge ich in dem folgenden Aufſatze bei. *Gilbert.*

ein Lichtſtrahl polariſirt iſt, *erkenne*. Ich bringe in den Lichtſtrahl einen verdoppelnden Kryſtall, und drehe dieſen ſo lange, bis durch ihn der Lichtſtrahl nicht mehr durch die doppelte Strahlenbrechung modificirt wird. In dieſer Lage giebt die Richtung des Hauptſchnitts des Kryſtalls die Richtung der Pole des Lichtſtrahls; und iſt umgekehrt die Richtung der Pole des Lichtſtrahls bekannt, ſo zeigt ſie uns zugleich die Richtung des Hauptſchnitts. Da endlich der Hauptſchnitt jeder natürlichen oder künſtlichen Seitenfläche des Kryſtalls eine Ebene iſt, welche auf die brechende Seitenfläche ſenkrecht ſteht und mit der Axe der Brechung parallel iſt, ſo braucht man nur für zwei der Seitenflächen des Kryſtalls die Lage der Hauptſchnitte beſtimmt zu haben, ſo muſs uns der Durchſchnitt dieſer Ebenen die Richtung der Axe der Kryſtalliſation und der Brechung anzeigen; und dieſes macht den Gegenſtand der Aufgabe aus *).

Um die Hauptſchnitte aufzufinden, bediene ich mich der in meiner letzten Abhandlung beſchrie-

*) Ueber den Hauptſchnitt und die Axe des primitiven Kalkſpath-Rhomboeders, oder ſogen. isländiſchen Kryſtalls, findet der Leſer mehreres in B 1 der *N. F.* dieſer *Annal.* S. 252. f. Herr Malus giebt in ſeiner *Theorie de la double réfraction* den Winkeln, welche die Geſtalt dieſes Rhomboeders beſtimmen, folgende Gröſsen: Neigungswinkel zweier Seitenflächen 101° 55′ und 78° 5′; Winkel der Seitenlinien mit einander 105° 5′ und 75° 45′; Neigungswinkel der Kanten gegen die Seitenebnen 119° 8′ 11″ und 60° 51′ 49″; Winkel der Axe mit den Seitenebnen 45° 28′. *Gilbert.*

benen Methode, welche darin beſteht, daſs ich den Körper, deſſen Einwirkung auf das Licht unterſucht werden ſoll, zwiſchen zwei feſte das Licht polariſirende Körper bringe und bewege. Die Reſultate ſind dieſelben, man mag das Licht durch einen Körper von doppelter Strahlenbrechung polariſiren, oder dadurch, daſs man es blos von einem Körper zurückwerfen läſst. So z. B. diente mir bei den Verſuchen, welche ich in meiner vorigen Abhandlung beſchrieben habe, ein Spiegelglas, das Licht durch Zurückwerfung zu polariſiren, und ein Kalkſpath-Rhomboeder, deſſen Hauptſchnitt der Zurückwerfungsebne parallel war, den modificirten Strahl zu analyſiren, indem es darauf ankam, die nach beiden Richtungen *(dans les deux ſens)* polariſirten Strahlen ihrer Intenſität nach zu vergleichen. Dabei bemerkte ich, daſs das gewöhnlich gebrochne Licht nur zwei *Maxima* und zwei *Minima*, das ungewöhnlich gebrochne Licht dagegen vier *Maxima* und vier *Minima* hat; ein Umſtand, der mir zur Erklärung der Erſcheinungen diente, die zugleich von der doppelten Strahlenbrechung und von der Zurückwerfung im Innern der Kryſtalle abhängen.

In dem Fall, auf den es hier ankömmt, wo man nicht die Intenſitäten des Lichtes zu vergleichen, ſondern blos eine abſolute Erſcheinung zu beſtimmen hat, bediene ich mich eines noch einfacheren Apparats, der aus zwei unbelegten Spiegelgläſern beſteht, deren zweite Oberfläche über der Flamme

einer Lampe geſchwärzt worden iſt. Eines dieſer Spiegelgläſer befeſtige ich an einer lothrecht ſtehenden Tafel auf ihr ſenkrecht, ſo daſs es gegen den Horizont unter einem Winkel von 54° 35′ geneigt iſt; und darunter das zweite, ſo daſs es ebenfalls mit dem Horizonte einen Winkel von 54° 35′, dabei aber mit der Tafel einen Winkel von 35° 25′ macht. Licht, das, nach der Zurückwerfung von dem erſten Spiegelglaſe zu dem zweiten, in lothrechter Richtung herabkömmt, hat das Vermögen verloren, von dieſem zweiten Spiegelglaſe zurückgeworfen zu werden, und dringt ganz in daſſelbe ein. Stellt man zwiſchen beide Gläſer einen Kryſtall von doppelter Strahlenbrechung, ſo daſs ſein Hauptſchnitt auf eins der beiden Spiegelgläſer ſenkrecht ſteht, ſo behält das Licht, welches durch ihn hindurchgeht, ſeine Eigenſchaften; es wird von dem zweiten Glaſe nicht zurückgeworfen, und man wird kein Licht gewahr, wenn man das Auge in die Verlängerung dieſes Strahls hält. Hört der Hauptſchnitt des Kryſtalls auf, ſenkrecht auf eins der beiden Spiegelgläſer zu ſeyn, ſo wird das Licht, welches durch ihn hindurchgeht, in zwei nach den entgegengeſetzten *) Richtungen polariſirte Strahlenbündel getheilt, die, wenn ſie auf das zweite Glas auffallen, die Dispoſition nicht mehr haben, welche ſie der partiellen Zurückwerfung entzieht. Das Auge erhält eine gewiſſe Menge

*) D. h. nach auf einander ſenkrecht ſtehenden, vergl. S. 120. *Gilbert.*

von Licht, welche in ihrem *Maximum* ist, wenn der Hauptschnitt des Krystalls um die Vertikallinie einen Winkel von 45° beschrieben hat, und welche wieder *null* wird, wenn der Hauptschnitt genau das Viertel einer Umdrehung vollendet hat.

Man setze also zwischen die beiden Spiegelgläser ein horizontales Tischchen, welches ein Loch in Gestalt eines Rechtecks hat, von dessen Seiten zwei mit der lothrecht-stehenden Tafel parallel, zwei auf ihr senkrecht sind. Ueber dieses Loch setze man den Krystall und drehe ihn so lange, bis das Licht, welches durch ihn hindurchgeht, von dem zweiten Spiegelglase nicht mehr zurückgeworfen wird, und die untere Fläche dieses Glases *(le fond)* vollkommen dunkel erscheint. Man macht ihn in dieser Lage fest, und zieht auf der untern Seitenfläche desselben, parallel mit den Seiten des rechteckigen Lochs, zwei gerade Linien.

Wenn man nun in den Krystall zwei Schnitte macht, welche auf diese Seitenfläche desselben senkrecht stehn, und mit den gezognen Linien parallel sind, so muss einer dieser beiden Schnitte nothwendig der Axe der Krystallisation parallel seyn. Um diese Axe zu erkennen, muss man mit diesen neuen Seitenflächen dieselbe Probe machen, wie mit der ersten. In einer derselben werden die beiden unter rechten Winkeln auf einander gezognen Linien auf denen in der ersten Seitenfläche gezogenen senkrecht stehn, und das ist ein Zeichen, dass diese Fläche auf den Hauptschnitt senkrecht ist. In der andern, welche

folglich der Axe parallel ſeyn muſs, werden die beiden unter rechten Winkeln auf einander gezognen Linien gegen den Durchſchnitt der Seitenflächen geneigt ſeyn, und eine dieſer Linien wird die Richtung der Axe geben. Um ſie zu beſtimmen, iſt es hinlänglich, einen neuen Schnitt parallel mit irgend einer dieſer Linien zu machen. Wenn in dieſem dritten Schnitte die auf einander ſenkrecht ſtehenden Linien, die eine parallel, die andre ſenkrecht mit der iſt, welche die Richtung des Schnitts beſtimmt hat, ſo giebt dieſer die Richtung der Axe. Hört dagegen in dieſem dritten Schnitte die Erſcheinung der Depolariſirung auf, das heiſst, bleibt das Spiegelglas, welches das Licht zurückwerfen ſoll, dunkel, wenn man den Kryſtall dreht, ſo iſt die Richtung der Axe ſenkrecht auf die Linie, welche die Richtung des Schnitts beſtimmt hat, und folglich ſenkrecht auf die letzte Seitenfläche.

Man ſieht hieraus, daſs höchſtens drei und oft nur zwei Schnitte erfordert werden, um bei jedem Körper die Axe der Brechung und der Kryſtalliſation zu beſtimmen, welche Veränderungen er auch in ſeiner äuſsern Geſtalt erlitten haben mag. Dieſe drei Operationen, welche für den Mineralogen nothwendig ſind, wenn er die Axe der Kryſtalliſation eines Körpers beſtimmen will, bedarf ein Künſtler bei der Verfertigung eines Mikrometers nicht; er kann gleich in der erſten Operation die Richtung erkennen, in welcher er den Kryſtall ſchneiden muſs, damit dieſer die Erſcheinungen gebe, welche er *verlangt.*

Stehn die beiden rechtwinklichen Linien, welche in dem erſten Schnitt, den der Optiker gemacht hat, gezogen ſind, auf die beiden Linien in der erſten Seitenfläche ſenkrecht, ſo kann er zwei Prismen ſchneiden, deren Kanten mit der die Richtung des Schnitts beſtimmenden Linie parallel ſeyn müſſen. In jedem dieſer Prismen iſt die Axe der Brechung auf die Kanten ſenkrecht, gegen die Seitenflächen aber unter verſchiednen Winkeln geneigt; welches hinreicht, die verlangte Wirkung zu erhalten, wie ich in der Theorie, die ich für dieſe Art von Erſcheinungen gegeben, bewieſen habe (*Theorie de la double réfr.* p. 270—276). Wenn dagegen die beiden Linien in dem erſten Schnitt gegen die in der erſten Seitenfläche geneigt ſind, ſo muſs er die beiden Prismen ſo ſchneiden, daſs die Kanten des einen mit der einen, und die Kanten des andern mit der andern jener Linien parallel ſind. In dem einen derſelben ſind die Kanten mit der Axe des Kryſtalls parallel, in dem andern ſind ſie auf dieſer Axe ſenkrecht. Auf dieſes Verfahren war Herr Rochon durch ſeine Verſuche gekommen.

Die Methode, durch welche ſich die Axe der Körper von doppelter Strahlenbrechung auffinden läſst, muſs noch in höherm Grade geeignet ſeyn, um mittelſt ihrer zu erkennen, ob ein Kryſtall mit dieſer Eigenſchaft begabt iſt, oder nicht; denn jedesmahl wenn das Glas, welches das Licht zurückwerfen ſoll, vollkommen dunkel erſcheint, läſst ſich *ſchlieſsen, daſs* der Kryſtall dieſe Eigenſchaft nicht *beſitzt; wenn* dagegen das Glas abwechſelnd hell

und dunkel erscheint, so besitzt der Krystall das Vermögen, die Bilder zu verdoppeln. Diese Methode dient gleich gut, Krystalle von doppelter Strahlenbrechung zu erkennen, sie mögen die beiden Bilder weit oder nur sehr wenig von einander entfernen; und für die letztere ist sie allein anwendbar, indem in ihnen die Zerstreuung der Bilder viel stärker als ihre Entfernung ist, und sie sich daher nicht getrennt erhalten lassen.

Ich habe alle durchsichtige Mineralien und alle krystallisirbare chemische Präparate dieser Art von Analyse unterworfen, und bin dadurch auf das allgemeine Resultat geführt worden, dals alle diese Körper mit doppelter Strahlenbrechung begabt sind, diejenigen allein ausgenommen, welche in Würfeln oder in regelmäfsigen Octaedern krystallisiren. Da diese der Zahl nach die wenigern sind, so wird man hinfüro nicht wie ehemals Verzeichnisse von Körpern geben, welche die doppelte Strahlenbrechung haben, sondern von denen, welchen sie fehlt. Diese Bemerkung kann uns in manchen Fällen darauf führen, die nicht recht bestimmte Krystallgestalt einiger Körper zu erkennen. Da z. B. das Eis eine Krystallisations-Axe zeigt, so ist die Krystallgestalt desselben wahrscheinlich kein regelmäfsiges Octaeder, wie man vermuthet hatte.

In den Krystallen von prismatischer Gestalt ist gewöhnlich die Axe der Brechung den Kanten des Prisma's parallel, welches auch übrigens ihre primitive *Gestalt ley.*

Noch viel überraſchender iſt es indeſs, daſs alle organiſirte, vegetabiliſche und thieriſche Körper, wenn man ſie dieſer Prüfung unterwirft, die Eigenſchaft der Kryſtalle von doppelter Strahlenbrechung zeigen. Ich habe den Verſuch angeſtellt mit fibröſen und durchſcheinenden Theilen von Blättern und von Blumen, mit dem Häutchen, womit der Splint überzogen iſt, mit Seide, Wolle, weiſsen Haaren, Schuppen, Horn, Elfenbein, Federn, Häuten von vierfüſsigen Thieren und von Fiſchen, Muſcheln, Fiſchbein u. d. m., und alle dieſe Körper haben das Licht auf dieſelbe Art als die kryſtalliſirten Körper modificirt. Sie alle haben, ſo zu ſagen, eine Axe der Brechung oder der Kryſtalliſation, als beſtünden ſie aus Theilchen von einer beſtimmten Geſtaltung, die in Beziehung eines auf das andre ſymmetriſch zuſammengeordnet wären.

Dieſe Beobachtung ſcheint ſich indeſs auf zwei verſchiedne Arten erklären zu laſſen. Die vegetabiliſchen und thieriſchen Körper ſind entweder wirklich aus Theilchen zuſammengeſetzt, welche wie die Kryſtalle organiſirt ſind; oder dieſe Erſcheinung hängt mit den allgemeinen Eigenſchaften des zurückgeworfnen und gebrochnen Lichts zuſammen, welche ich in dem Vorigen entwickelt habe. Ich behalte es mir vor, dieſen Gegenſtand in einer andern Abhandlung weiter zu erörtern, und in ihr die Verſuche mitzutheilen, welche dieſe Frage entſcheiden müſſen.

III.

Ein Winkel- und Diſtanzmeſſer mittelſt der doppelten Bilder des isländiſchen Kryſtalls,

von

ROCHON, Mitgl. des Inſtit. *)

Der B. Rochon hat dem National-Inſtitute einen Aufſatz über die Anwendung achromatiſcher Fernröhre zum Winkelmeſſen, und über den Gebrauch der doppelten Strahlenbrechung zur genauen Beſtimmung kleiner Winkel vorgelegt. In der hiſtoriſchen Notiz, die er voranſchickt, reclamirt er die Erfindung der achromatiſchen Ferngläſer für den gelehrten Morehall, dem es ſchon im Jahr 1734 geglückt ſeyn ſoll, die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt und wegen der Farbenzerſtreuung dadurch aufzuheben, daſs er Materien von verſchiednem Brechungsvermögen nahm; ferner bringt er in das Andenken, was wir den tiefen Unterſuchungen Eulers in dieſer Materie verdanken; und endlich kündigt er uns eine Vervollkommnung des dioptriſchen Inſtruments an, welches in ſeinen 1783 gedruckten *Recherches ſur la Mécanique et la Phyſique* von ihm beſchrieben iſt. Zwei Glasprismen dienten ihm damals in dieſem Inſtrumente zum Meſſen ſehr kleiner Winkel. Er benutzte indeſs ſeitdem die vom

*) Aus *De Lambre's Notice des travaux de la Cl. des ſc. math. et phyſ. de l'Inſt. nat. An 9. trim. 3.*, und *An 11.*, ausgezogen von Gilbert.

P. Beccaria erfundene Methode, aus dem isländischen Krystall ein Prisma zu schneiden, so dafs dieser seine doppelte Strahlenbrechung beibehält, um ein solches Prisma den beiden variablen Glasprismen zu substituiren.

Dieses Prisma befindet sich im Innern des Fernrohrs, und macht zwei Bilder des Gegenstands erscheinen, die, je nachdem man es dem Auge mehr oder weniger nähert, von einander weiter abrücken, oder einander näher kommen. Man rückt das Prisma so, dafs beide Bilder sich berühren. Dann giebt eine von aufsen auf das Fernrohr eingegrabne Scale an, wie oft der Durchmesser des Gegenstandes in der Entfernung desselben enthalten ist. Ist daher der Durchmesser bekannt, so findet sich hieraus die Entfernung ziemlich nahe.

Wird man z. B. auf dem Meere ein Schiff gewahr, dessen Entfernung man zu wissen wünscht, um es erreichen oder demselben ausweichen zu können, so bringe man die beiden Bilder desselben mit einander in Berührung. Nähert man sich dem Schiffe, so fangen beide Bilder an in einander einzugreifen; entfernt man sich davon, so gehen dagegen die Bilder auseinander. Der Rang des Schiffs ist leicht zu erkennen, man kennt daher ziemlich nahe die Höhe der Masten. Nun bringe man die beiden Bilder des grofsen Mastes mit einander in Berührung, so dafs Ende auf Ende trifft; so findet man an der Scale, um wie viel *solcher Mastlängen* das Schiff noch entfernt ist.

Es zeige ſich zu Lande ein feindlicher Haufen; man bringe beide Bilder der Mannſchaft ſo in Berührung, daſs der Fuſs des einen den Kopf des zweiten Bildes berührt. Da ſich die mittlere Gröſse eines Soldaten auf 1,7 Meters ſchätzen läſst, ſo zeigt dann die Scale am Fernrohr, wie vielmal 1,7 Meters der feindliche Haufe entfernt iſt.

Dieſe Beiſpiele zeigen den Nutzen hinlänglich, den ein ſolches Inſtrument haben kann, welches auch, abgeſehn von dieſem Nutzen, ſchon ſehr intereſſant ſeyn würde. Ein zu gleichem Zweck beſtimmtes, von Ramsden erfundenes, Inſtrument, welches in der engliſchen und ſpaniſchen Marine häufig gebraucht wird, kommt dieſem, mit einem Prisma aus Doppelſpathe verſehenen, nicht gleich, wovon Rochon ſich durch entſcheidende Verſuche überzeugt hat *). Zwar würde ein Künſtler, der ſich nicht aus dem Grunde auf das Schneiden des isländiſchen Kryſtalls verſteht, bei der Verfertigung eines ſolchen Inſtruments, wie Rochon anführt, ausnehmende Schwierigkeiten finden; allein der B. Narci hat es doch ſchon wirklich mit aller zu wünſchenden Präciſion zu Stande gebracht **).

*) *Ramsden's Dynameter.* Der engliſche Künſtler wurde (wie er dem Prof. Seyffer, damals in Göttingen, erzählt haben ſoll) durch eine Wette zweier Frauenzimmer, welche von beyden den feinſten tuchnen Ueberrock habe, veranlaſst, dieſes Inſtrument zu erſinnen, durch das er die Dicke der Tuchhaare maſs, und das er nachher anwandte, um die Vergröſserungskraft der Fernröhre und die Durchmeſſer einiger Himmelskörper zu meſſen. (Allgem. Zeit. 1803. No. 211.) *d. H.*

**) *Der vorige Aufſatz giebt dazu die allgemeine Regel.* G.

Am 11ten Prairial des J. XI. wurde dieſes Inſtrument von uns zu St. Cloud in Gegenwart des erſten Conſuls, als Mitglied unſrer Claſſe, geprüft. Der erſte Conſul wiederholte die Verſuche damit ſelbſt, und verordnete darauf, daſs mehrere Fernröhre dieſer Art verfertigt werden ſollten.

Dieſe Erfindung kann auch für die Aſtronomie von Wichtigkeit werden. Schon hat ſich ihrer der B. Rochon bedient, um die Durchmeſſer von Mars, Jupiter und Saturn zu meſſen. Für die Durchmeſſer der Sonne und des Mondes, die über 30′ betragen, ſchien es anfangs nicht geeignet zu ſeyn, weil der Winkel der beiden Brechungen im Doppelſpathe nur auf 20′ ſteigt. Doch iſt es den BB. Rochon und Torelli de Narci geglückt, durch eine künſtliche Art den Doppelſpath zu ſchneiden, den Brechungswinkel zu verdoppeln, ja ſelbſt zu verdreifachen. Es giebt daher jetzt keinen Himmelskörper, deſſen Durchmeſſer ſich nicht mittelſt eines ſolchen Micrometers aus isländiſchem Kryſtall meſſen lieſse; vorausgeſetzt nemlich, daſs er dazu Lichtſtärke genug beſitzt; denn natürlich müſſen die beiden Bilder ſchwächer und matter ſeyn, als ein einziges Bild es ſeyn würde. Bei der Sonne und beim Monde hindert dieſes nichts, und man iſt daher im Begriff, ein ſolches Prisma in dem beſten Fernrohre der Nationalſternwarte anzubringen.

IV.

Ueber eine eigenthümliche Modification, welche die Lichtſtrahlen beim Durchgehen durch gewiſſe durchſichtige Körper erleiden, und über einige andere neue optiſche Erſcheinungen

von

ARAGO, Mitgl. d. Inſtituts.

(Vorgeleſen im Inſtitut am 11ten Auguſt 1811,)

Im Auszuge *).

Frei überſetzt von Gilbert.

1.

Wenn man irgend einen Gegenſtand, z. B. die Flamme eines Lichtes, durch ein Kalkſpath-Rhomboeder betrachtet, ſo zeigen ſich die beiden Bilder, welche man wahrnimmt, ſehr nahe von gleicher Intenſität und ohne Farbe, die Lichtſtrahlen mögen unmittelbar auf den Kryſtall fallen, oder mögen erſt durch ein *Blatt Glimmer* hindurch gegangen ſeyn. Beſieht man dagegen durch das Kalkſpath-Rhomboeder die Flamme, wie ſie ſich in einem Glasſpiegel darſtellt, ſo findet für gewiſſe Lagen des

*) Dieſer ziemlich umſtändliche und gute Auszug aus der ſehr intereſſanten und wichtigen Abhandlung, welche, ſo viel ich weiſs, noch nicht in dem Druck erſchienen iſt, ſteht in dem *Bulletin des Sc. de la Soc. philomat. Octob., Nov., Dec.* 1811. Es iſt mir angenehm, ihn dem Leſer zugleich mit den vorhergehenden vorlegen zu können, indem er durch ſie an Verſtändlichkeit ſehr gewinnt.

Gilbert.

Kryſtalls eine Verſchiedenheit in der Intenſität der beiden Bilder Statt; und dieſe iſt um ſo gröſser, je mehr der Winkel, unter welchem die Strahlen von dem Spiegel zurück geworfen werden, ſich der Gröſse von 35 Graden nähert. Unter dieſem Winkel ſelbſt verſchwindet, wie bekannt, eins der beiden Bilder ganz. Hält man, wenn dieſes der Fall iſt, ein Glimmerblatt vor dem Kryſtall, ſo daſs die Strahlen, welche von dem Spiegel zurück geworfen werden, durch daſſelbe hindurch gehen müſſen, ehe ſie auf den Kryſtall fallen, ſo erſcheint das verſchwundne Bild wieder, jedoch mit einer Farbe, deren Lebhaftigkeit und deren Art abhängen von der Dicke des Glimmerblatts, und von dem gröſsern oder kleineren Winkel, den die Lichtſtrahlen mit dem Blättchen machen. Dieſer Winkel ſey indeſs ſo groſs oder ſo klein, als man wolle, immer erſcheinen die beiden Bilder in Farben, welche ſich zum Weiſs ergänzen *(couleurs complémentaires)*, ſo daſs, wenn das eine Bild, während man die Lage des Glimmerblatts verändert, die ganze Folge der prismatiſchen Farben hinter einander mehrmals durchläuft, die Farbe des andern Bildes ſich ſtets auf eine entſprechende Art verändert, und beide zugleich vorhandne Farben der Bilder immer zuſammengenommen weiſs geben.

Erhält man das Glimmerblatt in unveränderter Lage, und läſst dagegen das Prisma ſich drehen *),

*) Bisher war von keinem Prisma die Rede. Weiterhin wird ein verdoppelndes Prisma von Kalkſpath erwähnt;

ſo werden die beiden Bilder nach einander ihre Farbe verändern, und bei jeder Viertel-Umdrehung durch Weiſs durchgehn, wenigſtens bei beſtimmten Einfallswinkeln. Läſst man endlich das Glimmerblatt eine ganze Umdrehung vollenden, ohne daſs ſich dabei der Winkel verändert, den es mit den zurückgeworfnen Strahlen macht, ſo wird daſſelbe Bild viermal verſchwinden.

Man ſieht hieraus, daſs die Glimmerblätter, welche gewöhnlich unter dem Namen *ruſſiſcher Talk* (oder *ruſſiſches Glas*) bekannt ſind, gleich den andern Körpern von doppelter Strahlenbrechung, die Eigenſchaft haben, die durch Zurückwerfung modificirten und polariſirten Lichtſtrahlen zu depolariſiren, — jedoch mit dem äuſserſt merkwürdigen Umſtande, daſs das Glimmerblatt auf die verſchiedenfarbigen Lichttheilchen nicht auf einerlei Art einzuwirken ſcheint, da das zweite Bild, wenn es durch die Einwirkung des Glimmerblatts wieder erſcheint, nicht weiſs iſt. Beruhen folglich die Eigenſchaften der polariſirten Lichtſtrahlen wirklich, wie man angenommen hat, auf der beſonderen Lage *(dispoſition)* der Axen der Lichttheilchen, die den Strahl ausmachen, ſo müſste man annehmen, daſs in einem Lichtſtrahle, der durch die Einwirkung eines Prisma von isländ-

und aus dem Verfolg erhellt, daſs Hr. Arago ſich bei ſeinen Verſuchen vorzugsweiſe eines Fernrohrs bedient hat, in deſſen Axe ein verdoppelndes Prisma nach Rochon's Art angebracht war. *Gilbert.*

diſchem Kryſtall polariſirt iſt, die Axen der verſchiedenfarbigen Lichttheilchen einander parallel wären, indeſs in demſelben Strahle, wenn er durch ein Blatt Glimmer durchgegangen wäre, die Axen der verſchiedenfarbigen Strahlen verſchiedne Lagen hätten.

2.

Herr Malus iſt der Erſte, der gefunden hat, daſs die beiden Lichtbündel, welche durch ein Kalkſpath-Rhomboeder auf entgegengeſetzte Art polariſirt ſind, beim Auffallen auf Körper, von denen ſie zurückgeworfen werden, ſich auf verſchiedne Art verhalten. Indem Hr. Arago dieſen Verſuch des Hrn. Malus mit den hier erzählten verbindet, zeigt ſich das vorige Reſultat unter einem andern Geſichtspunkt, welcher uns eine noch deutlichere Vorſtellung von der ſonderbaren Modification giebt, die den Lichtſtrahlen bei ihrem Durchgange durch Glimmer zu Theil wird.

Man befeſtige zum Beiſpiel ein Blatt Glimmer in horizontaler Lage, und laſſe auf der Oberfläche deſſelben einen Lichtſtrahl fallen, der von einem ebnen Spiegelglaſe unter einem Winkel von ungefähr 35° ſenkrecht herabwärts zurückgeworfen wird. Man überſieht leicht, daſs die Strahlen von allen Farben durch das Glimmerblatt hindurchgehn werden. Unter das Glimmerblatt werde ein unbelegtes Spiegelglas ſo geſtellt, daſs es mit der Vertikallinie einen eben ſo groſsen Winkel macht, als das obere,

aber nach entgegengeletzter Richtung *). Auf den erſten Anblick ſcheint es, daſs dieſes zweite Spiegelglas, da das Glimmerblatt bloſs weiſses Licht erhält, das Licht ohne alle Farben zeigen müſſe; wenn man indeſs das Licht, welches es zurückwirft, unterſucht, ſo findet man es ſehr ſtark gefärbt.

Läſst man das untere Spiegelglas ſich drehen, ohne doch die Neigung des Glaſes gegen den Horizont zu verändern, ſo wird der Lichtſtrahl zwar immerfort unter einerlei Winkel auf daſſelbe einfallen, doch aber nicht immer mit einerlei Farbe erſcheinen; vielmehr wird er nach jeder Viertel-Umdrehung die complementaire Farbe der vorigen zurückwerfen. Herr Arago hat ſich überzeugt, daſs es von der Dicke des Glimmerblättchens abhängt, welche Art von Farbe durch daſſelbe depolariſirt wird. Denn als er aus einer Glimmertafel ein Blättchen geſchnitten hatte, welches die blauen Strahlen depolariſirte, rief die daran gränzende Tafel ein gelbes Bild hervor; der Theil, der auf dieſes folgte, machte aufs neue ein blaues Bild, und ſo ferner.

Wenn folglich die Dicke eines Glimmerblatts ſich ſehr ſchnell und regelmäſsig ändert, ſo werden die Punkte, in welchen es dieſe oder jene beſtimmte Art von Farbe depolariſirt, ſehr nahe einer bei dem andern liegen, und ungefähr um gleiche Räume von einander abſtehn. Man nimmt in dieſem Fall far-

*) Das heiſst mit andern Worten, daſs es dem obern Spiegelglaſe parallel ſey, wie in Fig. 1., Tafel I., welche man bei dieſer Beſchreibung vergleiche. *Gilbert.*

bige Streifen wahr, welche denen ganz ähnlich ſind, die Newton in ſeiner Optik beſchrieben hat, obgleich ſie auf andere Weiſe hervorgebracht werden.

3.

Herr Arago wendet ſich nun zu Verſuchen, die er angeſtellt hat, um die Modificationen zu ſtudiren, welche Veränderungen in der Neigung des Glimmerblatts gegen den Lichtſtrahl, der auf daſſelbe herabgeworfen wird, in der Erzeugung der Farben hervorbringen. Es ergiebt ſich aus dieſen Verſuchen unter andern, daſs die verſchiedenfarbigen Strahlen, aus welchen das weiſse Licht zuſammengeſetzt iſt, ſich mittelſt eines bloſsen ſehr dünnen Glimmerblättchens aus dem weiſsen Lichte ſcheiden und einzeln darſtellen laſſen; und dieſe Art, ſie darzuſtellen, hat vor jedem Verfahren, bei welchem man ſich eines Prisma bedient, den groſsen Vorzug, daſs die Bilder der Gegenſtände nicht entſtellt werden.

Unter übrigens gleichen Umſtänden nimmt das Vermögen der Glimmerblättchen, die verſchiedenfarbigen Strahlen des Lichtes verſchieden zu depolariſiren, mit der Dicke der Blättchen ab. Herr Arago hat gefunden, daſs die Blättchen ſich bis zu einer ſolchen Dünne herabbringen laſſen, daſs ſie nicht bloſs keine Farben mehr erſcheinen machen, ſondern ſelbſt keinen Strahl des weiſsen Lichts depolariſiren, wenn die Ebene des Blättchens auf die, in welcher ſich die polariſirten Strahlen befinden, ſenkrecht ſteht.

4.

Die *Blätter des Gypsſpathes* (oder ſogenannten *Marienglaſes*) verhalten ſich gegen das Licht auf dieſelbe Art, als die des Glimmers, bei ihnen werden aber die Farben ſehr viel lebhafter. Hr. Arago hat ſich daher ihrer bedient, um die Natur der Farben zu ſtudiren, welche man wahrnimmt, wenn man nicht-polariſirte Lichtſtrahlen auf ſie fallen läſst. Die Gränzen dieſes Auszugs erlauben uns nicht, das Detail dieſer Verſuche mitzutheilen. Wir begnügen uns daher zu ſagen, daſs ſich aus ihnen unter andern auf eine unwiderlegliche Art ergiebt, daſs die Urſache der Farben nicht einzig und allein in der verſchiednen Dicke dieſer Blättchen zu ſuchen iſt, wie man das bisher gethan hat; denn wenn man ſie ſich drehen läſst, ohne daſs dabei der Einfallswinkel des Strahls auf ſie verändert wird, ſo gehen ſie bei jeder Viertel-Umdrehung einmal durch Weiſs hindurch, und in den Zwiſchenlagen nehmen ſie verſchiedne Farben an.

5.

Es kömmt überdieſs die Eigenſchaft, die verſchiednen farbigen Strahlen des Lichts verſchieden zu depolariſiren, den dünnen blättrigen Körpern nicht ausſchlieſslich zu. Hr. Arago theilt in ſeinem Aufſatze eine Reihe von Verſuchen mit, welche er mit einer gut polirten Platte *Bergkryſtall*, die über 6 Millimeter dick war, angeſtellt hat; ſie gab Erſcheinungen, welche den vorigen völlig ähnlich ſind. Zuerſt überzeugte er ſich, daſs dieſe ſehr regelmäſsig gearbeitete Platte

die direkten Lichtſtrahlen auf keine Art modificirt. Er brachte ſie nemlich vor das Objectiv eines prismatiſchen Fernrohrs *); die beiden Bilder [welche das verdoppelnde Prisma macht] blieben weiſs und von gleicher Intenſität, und beide waren eben ſo ſcharf begränzt, als wenn man die Platte von Bergkryſtall vor dem Objective fortnahm. Er richtete darauf das bloſse Fernrohr auf ein Bild, das von einem unbelegten Spiegelglaſe zurückgeworfen wurde, z. B. auf das Bild der Sonne; war die Axe des Fernrohrs ungefähr unter 35° gegen das Spiegelglas geneigt, ſo war in gewiſſen Lagen des innern Prisma nur ein einziges Bild der Sonnenſcheibe vorhanden. Brachte er aber, unter übrigens unveränderten Umſtänden, die Bergkryſtall-Platte vor das Objectiv, ſo erſchien das zweite Bild, jedoch im lebhafteſten Roth. Und in demſelben Augenblick zeigt ſich das erſte Bild, das zuvor weiſs war, mit der complementairen Farbe des Roth. Uebrigens ſind die Ränder der beiden Bilder der Sonne eben ſo ſcharf begränzt, als wenn man die Sonne unmittelbar [ohne Bergkryſtallplatte] beobachtet.

Läſst man die Bergkryſtall-Platte vor dem Objectiv, dreht aber das Fernrohr um ſeine Axe **), ſo

*) D. h. eines ſolchen Fernrohrs, von dem der vorige Aufſatz handelt, welches zum Behuf mikrometriſcher Meſſungen nach Rochon's Art mit einem Prisma aus verdoppelndem Kalkſpath verſehen iſt. *Gilbert.*

**) Man darf nicht vergeſſen, daſs ſich in der Axe des Fernrohrs ein vordoppelndes Prisma aus rhomboidaliſchem Kalkſpath befindet. *Gilbert.*

findet man, dafs während jeder *halben Umdrehung* beide Bilder die ganze Reihe der prismatiſchen Farben durchlaufen, ſo dafs die rothe Sonne der Folge nach orangegelb, gelb, grünlichgelb, bläulichgrün, blau und veilchenfarbig wird; und dann hat das Fernrohr ſchon eine halbe Umdrehung vollendet. Fährt man fort, es nach derſelben Richtung um die Axe zu drehen, ſo geht das veilchenfarbige Bild in ein rothes, dieſes in ein orangefarbnes über, und ſo ferner. Während der Zeit durchläuft das zweite Bild die complementairen Farben der erſtern. Läſst man das Fernrohr in unveränderter Lage, und dreht die Bergkryſtall-Platte in ihrer Ebne, ſo verändert dieſes in den Farben der beiden Bilder nichts; ſtellte man dagegen dieſen Verſuch mit einem Blatt Glimmer oder Gypsſpath an, ſo würde man jedes Bild bei jeder Viertel-Umdrehung einmal verſchwinden ſehen.

Man erhält ganz dieſelben Reſultate, als die hier erzählten, wenn man ſtatt der Lichtſtrahlen, die durch Zurückwerfung von einem Spiegelglaſe polariſirt werden, Strahlen nimmt, die beim Durchgehn durch ein Kalkſpath-Rhomboeder modificirt ſind, welches ein Beweis mehr iſt für die völlige Identität der auf die eine und die andere Art polariſirten Strahlen. Das prismatiſche Fernrohr gewährt aber den Vortheil, dafs man damit lebhaftere Farben erhält. Dafs die Bilder beide ſcharf begränzt ſind, iſt Beweis, dafs die Strahlen beim Depolariſiren nicht ungleich zerſtreut werden, wie man ſonſt wohl

hätte vermuthen können. Da die Strahlen durch die verſchieden gekrümmten Linſengläſer, welche das Objectiv ausmachen, hindurchgegangen ſind, bevor ſie auf das innere Prisma fielen, ſo geht hieraus noch hervor, daſs dieſe Strahlen in dem verdoppelnden Kryſtall eine bleibende Modification erhalten haben. Endlich giebt dieſe Methode ein Mittel an die Hand, darzuthun, daſs die Farben der beiden Bilder ſich ganz genau zum Weiſs ergänzen; man ſtelle nämlich das Prisma ſo, daſs die beiden Bilder der Sonne um ihren halben Durchmeſſer auseinander rücken; das Stück, welches den beiden Bildern mit einander gemein iſt, bleibt dann während einer ganzen Umdrehung des Fernrohrs um ſeine Axe vollkommen weiſs, während die beiden auseinander fallenden Segmente der Bilder zweimal der Reihe nach in allen prismatiſchen Farben, und zwar zu gleicher Zeit jedes in der ergänzenden Farbe des andern erſcheinen. Hr. Arago zeigt in ſeiner Abhandlung, wie man dieſe Beobachtung brauchen könne, um die Intenſitäten der verſchiednen Theile der Sonnenſcheibe mit einander zu vergleichen.

Die Bergkryſtall-Platte wirkt auf die verſchieden farbigen Lichtheile nur dann verſchieden, wenn die hindurchgehenden Lichtſtrahlen in Lagen auf ſie auffallen, die nur wenig von der ſenkrechten verſchieden ſind. Denn wenn man ſie allmählig immer mehr neigt, während die Ebene, worin ſich die zurückgeworfnen Strahlen befinden, auf ihr ſenkrecht bleibt, ſo findet man bald eine Lage, in der man

nur ein einziges Bild gewahr wird. Es läſst ſich ſelbſt dem Bergkryſtall eine Lage geben, in welcher er das Licht ganz depolariſirt, und auf die Lichttheilchen von verſchiedner Natur, aus denen ein weiſser Strahl beſteht, auf einerlei Art einwirkt.

6.

Die Lage der Bergkryſtall-Platte in ihrer Ebne hat alſo, wie aus dieſen Verſuchen erhellt, keinen Einfluſs auf die Erſcheinungen, welche ſie durch ihre Einwirkung auf das Licht hervorbringt; — indeſs in dem Glimmerblatte und der Gypsſpathplatte die Lage ihrer Hauptſchnitte einen ſehr weſentlichen Einfluſs auf das Erſcheinen des zweiten Bildes äuſsert. Es war daher intereſſant nachzuforſchen, ob die kryſtalliſchen Körper allein das Vermögen beſitzen, die verſchiedenfarbigen Lichtſtrahlen auf verſchiedene Art zu depolariſiren. Hr. Arago kündigt in ſeiner Abhandlung an, er habe nicht-kryſtalliſirte Körper gefunden, welche dieſe Eigenſchaft beſitzen, einige ſtärker, andere ſchwächer. Die Verſuche, welche er anführt, ſind mit einer etwas prismatiſchen *Platte Flintglas*, von 85 Millimeter Seite angeſtellt, welche in allen Stellen die Lichtſtrahlen depolariſirt. Folgendes iſt das Verfahren, wie er es angiebt.

Wenn man einen Gegenſtand durch zwey verdoppelnde Prismen betrachtet, ſo nimmt man bekanntlich vier Bilder wahr, die beiden Fälle ausgenommen, wenn die Hauptſchnitte beider ein-

ander parallel oder auf einander ſenkrecht ſind. Und hierbei iſt es einerlei, ob die Lichtſtrahlen aus dem erſten Prisma unmittelbar in das zweite treten, oder ob ſie zwiſchen beide durch irgend eine Anzahl durchſichtiger Mittel, welche keine doppelte Strahlenbrechung ausüben, hindurchgehn. Bringt man indeſs zwiſchen beide die oben erwähnte Flintglas-Platte, ſo ſieht man auch in dem Fall vier Bilder, wenn man der Lage der beiden Prismen zu Folge nur zwei Bilder ſehen ſollte. An einigen Stellen zeigen ſie Farben, das eine eine ſolche, welche die des andern Bildes ergänzt; in den mehrſten Stellen ſind dagegen die Bilder vollkommen weiſs. Uebrigens verhält ſich die Platte immer ſo, als wäre ſie kryſtalliſirt, weil die beiden neuen Bilder bey jeder Viertel-Umdrehung der Platte verſchwinden, vorausgeſetzt jedoch, daſs man Sorge trage, die Lichtſtrahlen immer durch dieſelben Stellen hindurchgehn zu laſſen; denn es iſt nichts Seltenes, zwei aneinander ſtoſsende Stellen zu finden, deren Brechungsaxen einander nicht parallel ſind.

Man ſieht hieraus, daſs jenes Wiedererſcheinen des zweiten Bildes, welches ein bequemes Mittel zu ſeyn ſchien, das Vorhandenſeyn der doppelten Strahlenbrechung in den kryſtalliſirten Körpern, und zugleich die Lage ihrer Axen zu erkennen, — kein hinlänglich ſicheres Kennzeichen iſt; denn ein Stück Flintglas, welches die Bil-

der nicht verdoppelt, thut jenen Bedingungen Genüge *).

7.

Im Februar dieſes Jahrs hatte Hr. Arago der Klaſſe eine Abhandlung über die gewöhnlichen und bekannten *Farbenringe* vorgelegt. In dem letzten Abſchnitte des Aufſatzes, von dem wir hier reden, beſchreibt er eine neue Gattung farbiger Streifen, die ſich unter gewiſſen Umſtänden ſelbſt auf dicken Platten einiger kryſtalliſirten Körper ſehr ſichtbar machen. Wir haben oben von den Farben geredet, welche eine dicke Platte Bergkryſtall hervorbrachte. Dieſe Farben erſcheinen nicht durch alle Platten von Bergkryſtall, und ſcheinen daher eine eigenthümliche Anordnung in den Lagen vorauszuſetzen, aus denen der Kryſtall beſteht. Die Farbenſtreifen, von denen hier die Rede iſt, laſſen ſich dagegen auf allen Stückchen Bergkryſtall wahrnehmen, welche man mit polariſirtem Lichte erleuchtet, wofern nur ihre Dicke nicht conſtant iſt. In einer Linſe ſind ſie kreisförmig; in einem Prisma parallel mit der brechenden Schneide, ſo daſs ihre Geſtalt immer von der des brechenden Mittels abhängt. Bei gewiſſen Krümmungen der Linſengläſer ſind die Farbenringe mit bloſsem Auge ſehr ſichtbar; in andern Fällen iſt es nothwendig, daſs man ein ſtark zerſtreuendes Prisma zu Hülfe nehme, wenn man ſie wahrnehmen will. Uebrigens iſt das beſte Mit-

*) Man überſehe hierbei nicht, was Hr. Malus in dem zweiten der hier mitgetheilten Aufſätze ſagt. *Gilbert.*

tel, ſie recht in die Augen fallend zu machen, die Platte durch ein Prisma aus Kalkſpath zu betrachten; denn dann ſieht man beide Bilder mit ſchönen Reihen gefärbter Ränder einander ergänzender Farben umgeben *(chaque image bordée d'une belle ſerie de bandes colorées et complémentaires l'une de l'autre)*. Schon dieſer einzige Umſtand würde beweiſen, daſs dieſe Ringe ihren Grund darin haben, daſs die verſchieden farbigen Lichtſtrahlen in den verſchiedenen Dicken der Platte der Reihe nach depolariſirt werden. Noch beſſer wird dieſes aber dadurch bewieſen, daſs, auf welche Weiſe man auch dieſe Ringe unterſuche, ſie immer in vier auf einander rechtwinklichen Lagen des Mittels, auf dem ſie ſich bilden, verſchwinden.

Die Gränzen dieſes Auszugs zwingen uns, mehrere andre Beobachtungen zu übergehn, die der Verfaſſer im Detail mittheilt, und die ſich beſonders auf die letzte Frage beziehn.

8.

Um indeſs die Reſultate dieſer Unterſuchungen unter einem einzigen Geſichtspunkte zuſammen zu faſſen, ſetzen wir hierher die *Ueberſicht*, mit der Hr. Arago ſeine Abhandlung beſchlieſst.

Ein directer Lichtſtrahl theilt ſich immer, indem er durch ein Kalkſpath-Rhomboeder hindurchgeht, in zwei Bündel weiſsen Lichtes, welche von gleicher Intenſität ſind. Läſst man auf einen dieſer beiden Lichtbündel ein zweites Kalkſpath-Rhom-

[redacted]

ſo zeigt ſich, daſs er dem di-

recten Lichte nicht mehr ähnlich ist; denn in gewissen Lagen des Hauptschnitts dieses zweiten Krystalls leidet es keine doppelte Brechung. Diese schöne Eigenschaft hat Huyghens entdeckt.

Herr Malus hat seitdem gefunden, dass das Licht, wenn es von durchsichtigen Körpern zurückgeworfen wird, eine ähnliche Modification erleidet, so dass ein Lichtstrahl, der unter einem gewissen Winkel von ihnen zurückgeworfen wird, vollkommen einem Strahle gleicht, der durch ein Kalkspath-Rhomboeder hindurchgegangen ist.

Aus den hier beschriebenen Versuchen erhellt, dass ein Lichtstrahl sich überdiess so modificiren lässt, dass er nicht mehr weder einem Strahle directen, noch einem Strahle polarisirten Lichtes gleicht. Von dem polarisirten Lichte unterscheidet sich dieser neue Strahl dadurch, dass er immer zwei Bilder giebt, und von dem directen Lichte unterscheidet er sich durch seine Eigenschaft, sich stets in zwei Bündel farbigen, sich ergänzenden Lichtes zu theilen, deren individuelle Farben von der Lage des Körpers abhängen, durch die der Lichtstrahl hindurchgegangen ist.

Wenn ein directer Lichtstrahl auf einen durchsichtigen Körper auffällt, so wird immer ein Theil der Lichttheilchen zurückgeworfen. Dagegen geht ein polarisirter Lichtstrahl (abgesehn von der Absorption der Lichttheilchen) ganz durch den durchsichtigen Körper hindurch, wenn dieser eine gewisse Lage in Beziehung auf die Seiten des Strahls hat. Die ver-

ſchiednen Lichttheilchen eines weiſsen Strahls, der auf die hier erwähnte beſondre Art modificirt iſt, werden nur allmählig, einer nach dem andern, in der Ordnung ihrer Farben zurückgeworfen, wenn man den durchſichtigen Körper ſo um den Strahl dreht, daſs er mit ihm immer einerlei Winkel macht.

Wenn folglich ein Bündel directen Lichtes auf einen Glasſpiegel ungefähr unter einem Winkel von 35° auffällt, und man den Spiegel, ohne die Neigung deſſelben gegen den Strahl zu ändern, um den Strahl dreht, ſo wird man finden, daſs die Menge von Licht, welche zurückgeworfen oder welche gebrochen wird, immer dieſelbe iſt. Iſt dagegen der Strahlenbündel zuvor polariſirt worden, ſo giebt es zwei Lagen, in welchen alles Licht durch den Körper hindurch geht. Wenn endlich, während alle übrige Umſtände gleich ſind, der Glasſpiegel von Strahlen, die durch eine Bergkryſtall-Platte modificirt worden, erleuchtet wird, ſo zeigt er ſich während jeder halben Umdrehung der Reihe nach mit der ganzen Folge der prismatiſchen Farben gefärbt, ſowohl durch Zurückwerfung, als durch Brechung, mit der Eigenthümlichkeit, daſs in demſelben Augenblicke dieſe beiden Klaſſen von Farben einander zum Weiſs ergänzen.

Noch beweiſen die angeführten Verſuche, daſs [illegible] auf den kryſtalliſirten Körpern farbige Ringe [illegible], deren Erſcheinen nicht blos von Veränderungen der Dicke des durchſichtigen Körpers ab-

hängen, gleich den farbigen Ringen, welche Newton beſchrieben hat. Dieſe letztern zeigen ſich auf allen ſehr dünnen Körpern, deren Dicke ſich allmählig verändert, von welcher Natur auch das auffallende Licht ſey. Jene erſcheinen nur dann auf etwas dicken Platten von Bergkryſtall, wenn ſie von ſchon polariſirtem Lichte erleuchtet werden. Auch verſchwinden ſie während jeder Umdrehung der Platte in ihrer Ebene vier Mal.

Da die oben erwähnte Flintglas-Platte die Bilder nicht verdoppelt, ſo ſieht man endlich, daſs es Körper giebt, welche die doppelte Strahlenbrechung nicht beſitzen, ſich aber doch in Rückſicht der polariſirten Strahlen eben ſo verhalten, als käme ihnen dieſe Eigenſchaft zu.

V.

ZWEITE FORTSETZUNG

eines Versuchs, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind;

VON

JACOB BERZELIUS,

Prof. der Medic. u. Pharm. und Mitgl. der Königl. Akad. der Wiss. zu Stockholm.

Die Salpetersäure und die salpetersauren Salze, als Beweise, dass der Stickstoff nicht chemisch einfach ist *).

In meiner Abhandlung und in der ersten Fortsezzung derselben glaube ich die Lehre völlig bewiesen zu haben, dass alle Salze nach einem solchen Ver-

*) Herr Prof. Berzelius hat mir die erste dieser drei von ihm deutlich geschriebenen Untersuchungen als eine Zugabe zu der *Ersten Fortsetzung* seiner Abhandlung (*Annal.* J. 1811. St. 6. od. *N. F.* B. 8. S. 161 f) und die beiden andern als einen Theil des wichtigen Aufsatzes, welchen ich dem Leser in den folgenden Stücken, als *Dritte Fortsezzung*, vorlegen werde, zugeschickt. Beide Original-Aufsätze treten hier zum ersten Male in das Publikum, und bei ihrem hohen wissenschaftlichen Interesse habe ich geglaubt keine Sorgfalt sparen zu müssen, um die Pflichten des Herausgebers ganz zu erfüllen und sie dem Leser in der empfehlendsten Gestalt vorzulegen. Vereinigung des Gleich-

hältniſſe aus Säure und Baſis zuſammengeſetzt ſind, daſs der in der Säure enthaltene Sauerſtoff ein Vielfaches nach einer ganzen Zahl von dem in der Baſis enthaltenen Sauerſtoff iſt. Bei dieſen Erörterungen iſt indeſs von der Salpeterſäure noch nicht die Rede geweſen. Ich wollte die Analyſe der ſalpeterſauren Salze nicht eher als bei meinen Unterſuchungen der thieriſchen Subſtanzen bekannt machen; ſie reihen ſich indeſs beſſer hier an, da ſie theils den erwähnten Satz beſtätigen, theils als ein Nachtrag zu meinen Beweiſen dienen können, daſs der Stickſtoff ein zuſammengeſetzter Körper iſt; ein Beweis, welchen ich in der erſten Forſetzung meiner Abhandlung geführt habe.

1. Die Salpeterſäure;

Verſuch, ihre Zuſammenſetzung durch ihre Sättigungs-Capacität zu beſtimmen.

Eine groſse Schwierigkeit bei dieſer Unterſuchung liegt darin, daſs die ſalpeterſauren Salze ihres Kryſtallwaſſers nicht beraubt werden können, ohne daſs ein gröſserer oder kleinerer Theil von der Säure ſich zerſetzt, daher man von der rückſtändigen Menge der Baſis nicht mit Sicherheit auf

artigen in ein Ganzes, und Ruhepunkte in dieſen eben ſo neuen als intereſſanten Unterſuchungen, ſchienen mir aber bei der Anordnung derſelben, (welche nach beſter Einſicht zu treffen das Vertrauen des Hrn. Verfaſſers mich berechtigte,) mehr zu berückſichtigen zu ſeyn, als wenige Beziehungen auf einiges, was erſt in dieſer Fortſetzung genügender dargethan iſt. *Gilbert.*

die der Säure ſchlieſsen kann; ein Umſtand, der mich ſehr lange von dieſer Unterſuchung abhielt. Da es aber für die Beurtheilung meiner Analyſen der thieriſchen Körper nothwendig wurde, auszumitteln, in wiefern der Stickſtoff, durch ſeine modificirten elektriſchen Eigenſchaften, als ein einfacher Körper angeſehen werden könne, entſchloſs ich mich zu verſuchen, dieſe Schwierigkeiten zu überſteigen, und das iſt mir weit über meine Hoffnung gelungen. Die ſalpeterſauren Salze, welche ich zu dieſer Unterſuchung wählte, waren *ſalpeterſaurer Baryt*, *ſalpeterſaures Bleioxydul* und *ſalpeterſaures Ammoniak*.

Salpeterſaurer Baryt.

Um dieſes Salz völlig rein zu erhalten, erhitzte ich es in einem ſilbernen Tiegel bis zum Glühen, löſte es dann in Waſſer auf, filtrirte die Auflöſung, ſättigte ſie mit reiner Salpeterſäure, und dampfte ſie bis zur Kryſtalliſation ab. Um ferner das Kryſtallwaſſer zu beſtimmen, welches ich in dem Salze vermuthete, brachte ich 10 Grammen in eine kleine gewogene Retorte, welcher eine mit ſalzſaurem Kalk gefüllte und ebenfalls gewogene gläſerne Röhre, ſtatt Vorlage, angepaſst war. Der ſalpeterſaure Baryt kniſterte in der Hitze und zerſprang zu einem feinen Pulver. Ich erhitzte ihn, bis das geſchmolzene Salz Sauerſtoffgas zu entbinden anfing. Die Retorte hatte nun 0,052 Gr. an Gewicht verloren, und die Röhre 0,046 Gr. an Gewicht zuge-

nommen. Ich habe gezeigt *), daſs das Waſſer, welches ein Salz durch Kniſtern verliert, kein Kryſtallwaſſer ſeyn kann, ſondern in den Kryſtallen nur mechaniſch eingeſchloſſen iſt; es kann daher durch das Pulvern und Trocknen an einem warmen Orte ſehr leicht entfernt werden. Es iſt auch aus den dort angeführten Urſachen zu vermuthen, daſs die Kryſtalle, welche in der Hitze verkniſtern, kein chemiſch gebundenes Waſſer enthalten. Ich ſehe dieſes Verhalten des ſalpeterſauren Baryts alſo als einen Beweis an, daſs er kein Kryſtallwaſſer enthält.

Es wurden 10 Grammen feingepulverter und ſehr ſtark getrockneter ſalpeterſaurer Baryt in einem gewogenen Platintiegel in Waſſer aufgelöſt, und mit Schwefelſäure niedergeſchlagen; die Miſchung wurde darauf eingetrocknet und geglühet. Der geglühete ſchwefelſaure Baryt wog 8,867 Gr., und nach der *Ann.* B. 8. S. 169. mitgetheilten Analyſe enthielt er 5,825 Theile Baryt. Folglich hatten 100 Theile Salpeterſäure 140 Th. Baryt, worin ſich 14,64 Th. Sauerſtoff befinden, geſättigt.

Zehn andere Gr. ſalpeterſaurer Baryt wurden in Waſſer aufgelöſt und mit ſchwefelſaurem Ammoniak niedergeſchlagen. Der ſchwefelſaure Baryt wog nach völligem Ausglühen 8,907 Gr. Dieſe enthalten 5,846 Th. Baryt, und 100 Th. *Salpeterſäure*

*) In der erſten Fortſetzung *Ann.* B. 8. S. 167. Anm., und noch genügender in der dritten Fortſetzung, welche in dem nächſtfolgenden Stück erſcheint. *Gilbert.*

ſättigen hiernach 140,73 Theile *Baryt*, worin ſich 14,73 Th. *Sauerſtoff* befinden.

Salpeterſaures Bleioxydul.

Ganz ähnliche Erſcheinungen, wie bei dem vorhergehenden Salze, in Anſehung des Waſſergehalts, berechtigen auch bei dieſem Salze zu dem Schluſſe, daſs es kein Kryſtallwaſſer enthält.

Zwanzig Grammen feingepulvertes und ſehr ſtark getrocknetes ſalpeterſaures Bleioxydul in einem gewogenen Platintiegel geglühet, gaben 13,445 Gr. Bleioxydul. Es enthalten alſo 100 Th. von dieſem Salze 67,2225 Th. Bleioxydul und 32,7775 Th. Salpeterſäure; oder 100 Th. *Salpeterſäure* ſättigen 205,1 Th. *Bleioxydul*, welche 14,66 Th. *Sauerſtoff* enthalten *).

Dieſe beiden Verſuche ſcheinen zu beweiſen, daſs 100 Th. Salpeterſäure ſo viel Baſis ſättigen, als $14\frac{2}{3}$ Theile Sauerſtoff enthält. Iſt aber dieſe Säure zuſammengeſetzt aus 30,5 Th. Stickſtoff und 69,5 Th. Sauerſtoff, wie Hr. Gay-Luſſac in ſeiner Abhandlung über die Verbindungen der gasförmigen Körper eines mit dem andern (Gilb. Annal. d. Phyſ. 1810. St. 9. S. 6 f.) darthut, ſo iſt ihre Sauerſtoffmenge (69,5) kein Multiplum nach einer ganzen Zahl von 14,66, ſondern fällt zwiſchen dem 4fachen und dem 5fachen dieſer letztern Zahl. Betrachtet man dagegen die Salpeterſäure als aus 100

*) Da 100 Th. Bleioxydul 7,15 Th. Sauerſtoff in ſich ſchlieſſen, *Ann. N. F.* B. 7. S. 330. *G.*

Theilen Ammonium und 62 Theilen Sauerſtoff zuſammengeſetzt, wie ich (*Ann.* B. 8. S. 186.) gethan habe, oder in 100 Theilen aus 13,12 Th. Ammonium und 86,88 Th. Sauerſtoff, ſo hat man allerdings 14,66 × 6 = 87,9, und dann enthält alſo die Salpeterſäure 6 Mal ſo viel Sauerſtoff, als die Baſis, wovon ſie geſättigt wird. Der kleine Unterſchied von 1 Procent zwiſchen der nach der Zuſammenſetzung der Baſis und der nach der Wiegung der Gasarten gemachten Beſtimmung findet, wie wir geſehn haben, auch bei der Kohlenſäure Statt, und beruhet alſo nicht auf Irrthum im Princip, ſondern auf einem kleinen Fehler in den Zahlen, auf welchen die Berechnung gegründet iſt.

Vielleicht macht man mir den Einwurf, daſs, wenn gleich die hier analyſirten Salze kein Kryſtallwaſſer durch das Verknillern hergegeben haben, ſie doch das Kryſtallwaſſer ſo feſt können gehalten haben, daſs es nicht eher als mit der Säure ſich abſchied; und geſetzt, ſie enthielten gerade ſo viel Kryſtallwaſſer, daſs der Sauerſtoff deſſelben dem der Baſis gleich wäre *), ſo würde die rückſtändige Salpeterſäure, als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachtet, nicht ganz 4 Mal ſo viel Sauerſtoff, und als aus Ammonium und Sauerſtoff

*) Denn auch das Kryſtallwaſſer iſt nach Hrn. Prof. Berzelius dem Geſetze unterworfen, welches er für die Verbindungen in der unorganiſchen Natur aufgefunden hat, wie man in der dritten Fortſetzung ſeiner Abhandlung finden wird. *Gilbert.*

zuſammengeſetzt angeſehen, genau 5 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthalten. Ich will dieſen Einwurf an dem folgenden Salze prüfen.

Salpeterſaures Ammoniak.

Dieſes Salz müſste nach der letztgenannten Anſicht ſo zuſammengeſetzt ſeyn, daſs 100 Th. Ammoniak 267 Th. Salpeterſäure ſättigen *). Nach dem Volumen der gasförmigen Beſtandtheile gerechnet, wie ſie Hr. Gay-Luſſac angiebt, ſind aber enthalten:

in der Salpeterſäure auf 100 Cubik-Zoll Stickgas 200 Cub. Zoll Sauerſtoffgas;

in dem Ammoniak auf 100 Cub. Zoll Stickgas 300 Cub. Zoll Waſſerſtoffgas.

Man ſieht leicht ein, daſs die Säure in dieſem Fall nur ein Vielfaches nach einer ganzen Zahl von dem Sauerſtoff des Stickſtoffs, nicht aber von der ganzen Sauerſtoffmenge des Ammoniaks, enthalten kann. Wäre alſo dieſes die wahre Zuſammenſezzung, ſo könnte das nichts für oder gegen die Zuſammenſetzung des Stickſtoffs beweiſen; es wäre aber allerdings als ein Beweis anzuſehen, daſs der Waſſerſtoff keinen Sauerſtoff enthält.

Im Fall dieſes die wahre Zuſammenſetzung wäre, ſo würde das ſalpeterſaure Ammoniak, wenn es in der Hitze langſam zerſetzt wird, gleiche Theile oxydirtes und reines Stickgas geben; denn 300 C. Z.

*) Es enthalten nämlich nach dieſer Anſicht (*Ann.* B. 8. S. 180.) auf 100 Th. Ammonium das Ammoniak 88 und die Salpeterſäure 662 Theile Sauerſtoff. *Gilbert.*

Wafſerſtoffgas nehmen 150 C. Z. Sauerſtoffgas auf, und die rückſtändigen 50 C. Z. Sauerſtoffgas bilden mit 100 C. Z. Stickgas 100 C. Z. oxydirtes Stickgas, und es müſsten folglich 100 Th. Stickgas entbunden werden. Nun wiſſen wir aber, daſs der Stickſtoffgehalt des aus ſalpeterſaurem Ammoniak erhaltenen oxydirten Stickgaſes nicht beträchtlich iſt, obgleich er niemals ganz fehlt. Dieſe Anſicht der Zuſammenſetzung des ſalpeterſauren Ammoniaks kann alſo unmöglich richtig ſeyn.

Da ſalpeterſaurer Baryt, der mit ſchwefelſaurem Ammoniak gemiſcht ſich zerſetzt, die Neutralität nicht verändert, ſo iſt es klar, daſs das Ammoniak das nämliche Sättigungs-Geſetz gegen die Salpeterſäure in Hinſicht der feuerfeſteren Salz-Baſen als gegen die übrigen Säuren beobachtet. Und daraus erhellt, daſs, da 100 Th. Salpeterſäure ſich mit einer Menge Baryt oder Bleioxydul, welche 14,66 Th. Sauerſtoff enthält, neutraliſiren, ſie auch von Ammoniak ſo viel, als die nämliche Sauerſtoffmenge enthält, ſättigen müſſen. Das *ſalpeterſaure Ammoniak* muſs daher folgendermaſsen zuſammengeſetzt ſeyn:

Salpeterſäure	76,18	100,000	320
Ammoniak	23,82	31,266	100
	100,000	131,266	420

Da aber das ſalpeterſaure Ammoniak nicht ohne Kryſtallwaſſer dargeſtellt werden kann, ſo läſst ſich dieſe Beſtimmung auch nicht directe prüfen. Es iſt aber zu vermuthen, daſs es, wie das

In einem Verſuch, bei welchem ich 5 Gr. ſalpeterſaures Ammoniak in eine kleine Retorte über einer Spirituslampe langſam zerlegte, das Waſſer in einer gewogenen Vorlage auffing und das Gas durch eine mit ſalzſaurem Kalk angefüllte gläſerne Röhre herausleitete, war das erhaltene Waſſer ſchwach ſauer und ſalzig. Es wog mit dem, welches der ſalzſaure Kalk aufgenommen hatte, 2,3 Gr.; nach der Abdampfung liefs es 0,295 Gr. ſalpeterſaures Ammoniak zurück. Das Waſſer betrug alſo nur 2,005 Gr. In der Retorte blieben 0,345 Gr. noch unzerlegtes und hervorſtechend ſaures Salz zurück. Wenn wir von der im Waſſer und in dem Salze enthaltenen freien Säure abſehen, waren nur 4,365 Gr. Salz zerlegt worden, welche 2,005 Gr. Waſſer hervorgebracht und einen Verluſt von 2,36 Gr. an entwichenem Gas gelitten hatten. Von dieſem Waſſer muſste, dem obigen Princip gemäſs, $\frac{1}{4}$ oder 0,50 Gr. Kryſtallwaſſer ſeyn. Berechnen wir nun, wie viel Kryſtallwaſſer die 4,365 Gr. ſalpeterſaures Ammoniak, nach der obigen Beſtimmung von 11,232 auf 100, enthalten, ſo finden wir 0,4905 Gr. Nach der nemlichen Beſtimmung muſste das aus 4,365 Gr. Salz entweichende Gas 2,4 Gr. betragen. Wenn wir uns nun erinnern, daſs ſowohl das unzerlegte Salz als das erhaltene Waſſer freie Säure enthielten, ſo ſieht man ſehr leicht ein, daſs dieſe kleine Abweichung von $\frac{1}{500}$ von dem Gewichte des Salzes in dem gefundenen von dem berechneten Reſultate, von dieſem Säure-Ueberſchuſs herzuleiten iſt; denn

indem dieſer Ueberſchuſs das Gewicht des unzerlegten Salzes vermehrt, muſs er zugleich das Gewicht der Produkte der Zerlegung vermindern. Ich ſehe alſo dieſen Verſuch als einen neuen Beweis für die Richtigkeit der hier beſtimmten Zuſammenſetzung der ſalpeterſauren Salze an.

Reſultate.

Als allgemeines Reſultat geht aus dieſen Verſuchen folgendes hervor:

1. *In den ſalpeterſauren Salzen enthält die Säure 6mal ſo viel Sauerſtoff, als die Baſis,* und da dieſes, wenn man die Säure als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachtet, nicht eintrifft, ſo müſſen wir *die Salpeterſäure als aus Ammonium und Sauerſtoff zuſammengeſetzt anſehen.* Kann aber der *Stickſtoff* in den ſalpeterſauren Verbindungen, wo das Ammonium ſich in der poſitiv-elektriſchen Modification befindet, *nicht als Elementar-Beſtandtheil betrachtet werden,* ſo dürfte dieſes wohl nirgends in der organiſchen Natur der Fall ſeyn.

2. Das *ſalpeterſaure Ammoniak* iſt ſo zuſammengeſetzt, daſs die Salpeterſäure doppelt ſo viel Sauerſtoff enthält, als erforderlich iſt, um den aus dem Ammoniak hervorzubringenden Waſſerſtoff zu ſättigen. Das *kryſtalliſirte Salz* enthält eine Menge Kryſtallwaſſer, deſſen Sauerſtoff dem des Alkali gleich iſt. Der Stickſtoff der Säure ſteht zu dem des Alkali in dem Verhältniſſe von 5:4. Das Ammo-

Noch muſs ich bemerken, daſs es noch nicht möglich iſt, mit Gewiſsheit zu beſtimmen, welche Reihe von Miſchungs-Verhältniſſen die richtigere iſt, ob die nach der Wiegung der Gasarten beſtimmte, oder die, welche aus den von mir angeſtellten Analyſen verſchiedener Salzbaſen hergeleitet iſt. Doch geſtehe ich aufrichtig, daſs ich glaube, in den Salzbaſen den Sauerſtoffgehalt zu hoch angenommen zu haben. Denn wenn man ihn vermindert, werden alle Reſultate übereinſtimmender, indeſs ſie bei Vergröſserung deſſelben ſtärker von einander abweichen. Nimmt man ſo z. B. das Ammoniak als 46,26 Th. Sauerſtoff enthaltend, und das Waſſer als aus 11,75 Waſſerſtoff und 88,25 Sauerſtoff beſtehend an, ſo ſtimmt alles völlig überein.

2. *Baſiſche und überbaſiſche ſalpeterſaure Salze* *).

Baſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul.

Ich habe dieſes Salz durch Behandlung des neutralen ſalpeterſauren Bleioxyduls mit weniger kau-

ſerſtoffs nicht in die Berechnungen und die Multiplications-Verhältniſſe kommen zu können. Da dieſes aber, wie wir im Folgenden ſehen werden, zuweilen auch mit dem Sauerſtoff des Stickſtoffs geſchieht, ſo kann es nicht als ein entſcheidender Beweis gegen den Sauerſtoffgehalt des Waſſerſtoffs angeſehen werden. *Berzelius.*

*) Ich habe dieſen und den folgenden Abſchnitt aus der dritten Fortſetzung, wo Hr. Berzelius die Geſetze für die Bildung der baſiſchen Salze entwickelt, hierher ver-

Gilbert.

ätzendem Ammoniak, als zur völligen Zerlegung deſſelben erfordert wird, erhalten. Der weiſse Niederſchlag, der hierbei entſtand, wurde gut ausgeſüſst, ſtark getrocknet und dann in einer kleinen Glasretorte geglühet; er gab ſalpetrige Säure und Sauerſtoffgas, ohne alle Spuren von condenſirter Säure; der Niederſchlag enthält alſo kein Kryſtallwaſſer. Er hinterliefs 80,5 Procent ſchön citrongelbes Bleioxydul. Das Salz beſtehet alſo aus

Salpeterſäure	19,5	— 100.
Bleioxydul	80,5	— 413.
	100,0	513

Es ſind aber in 80,5 Theilen Bleioxydul 5,72 Th. Sauerſtoff, und in 19,5 Theilen Salpeterſäure 17,096 Theile Sauerſtoff enthalten, und es iſt $5{,}72 \times 3 = 17{,}16$. Es enthält alſo in dieſem Salze die Säure 3mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis, und ſättiget doppelt ſo viel Baſis als in dem neutralen ſalpeterſauren Bleioxydul.

Ueberbaſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul.

Eine andere Menge von ſalpeterſaurem Bleioxydul wurde mit ſo viel Ammoniak vermiſcht, daſs nicht nur alles Bleioxydul niederfiel, ſondern daſs auch die Flüſſigkeit, nachdem ſie mehrere Stunden mit dem Niederſchlag digerirt worden war, noch alkaliſch blieb. Der Niederſchlag wurde mit Waſſer ſo lange gewaſchen, bis dieſes Waſſer nichts mehr aufgelöſt enthielt. Das in der Sonne getrocknete weiſse Bleiſalz wurde dann in einer kleinen Retorte auf einer ſtark er-

Um alle dieſe Möglichkeiten zu prüfen, wiederholte ich noch einmal die Unterſuchung dieſes Salzes. Nach dem Austrocknen im Waſſerbade wurde das Kryſtallwaſſer in einer kleinen Glasretorte auf der Sandkapelle verjagt. Ich nenne es Kryſtallwaſſer, weil das Salz durch dieſe Verjagung die weiſse Farbe mit der gelben vertauſchte. Dieſes Waſſer betrug in einem Verſuch 2,30 und in einem andern 2,32 Procent. Das geglühte Salz hinterliefs 88,1 Th. Bleioxydul, welches auch durch Schmelzung nicht vermindert wurde. Dieſes Salz muſste alſo folgendermaſsen zuſammengeſetzt ſeyn.

Bleioxydul —	88,10
Salpeterſäure —	9,53
Waſſer — —	2,32
	100,00.

Die unter c) angeführte Anſicht über die Zuſammenſetzung dieſes Salzes wollte ich von allen am wenigſten zulaſſen, und bemühte mich daher, erſt alle andere zu prüfen. Die hier gefundne Menge Bleioxydul enthält 6,299 Th. Sauerſtoff; die gefundne Menge der Säure, je nachdem wir den Stickſtoff oder das Ammonium als ihr Radical anſehn, 6,66 oder 8,4112 Th. und das Waſſer 2,05 Th. Sauerſtoff. Da keine der beiden Zahlen für den Sauerſtoffgehalt der Säure, zu der für den Sauerſtoffgehalt der Baſis vollkommen paſst, ſtellte ich mir der unter d) angeführten Hypotheſe zu Folge vor, dieſes Salz ſey folgendermaſsen zuſammengeſetzt. Die Salpeterſäure ſey mit $\frac{2}{3}$ des Blei-

oxyduls verbunden, und ſtelle damit ein baſiſches Salz dar, in welchem die Säure doppelt ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthalte; das noch rückſtändige Drittel der Baſis ſey mit dem Waſſer verbunden, als ein Hydrat, in welchem der Sauerſtoff-Gehalt des Waſſers und der des Bleioxyduls gleich ſey, und das Ganze ſtelle alſo einigermaſsen ein Doppelſalz vor, worin der Sauerſtoff im Waſſer in geringſter Menge, und in dem Sauerſtoffgehalt des Bleioxyduls 3mal, in dem der Salpeterſäure 4mal enthalten ſey. — Dieſe Anſicht ſtimmt mit dem Reſultat des Verſuchs überein; daſs ſie aber nach aller Wahrſcheinlichkeit nicht die richtige iſt, beweiſen mir die andern baſiſchen ſalpeterſauren Salze, welche vielmehr anzudeuten ſcheinen, daſs man in dieſem Salze die Salpeterſäure, als Stickſtoff zu ihrem Radical habend, betrachten müſſe, da ſie dann gleiche Theile Sauerſtoff mit der Baſis, und das Waſſer $\frac{1}{3}$ ſo viel Sauerſtoff als dieſe, enthalten würde.

Daſs dieſe Anſicht, nach welcher die Salpeterſäure aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt zu betrachten iſt, auf das neutrale ſalpeterſaure Bleioxydul *nicht* paſst, wenn dieſes auf 100 Th. Salpeterſäure 205,1 Theile Bleioxydul enthält, haben wir oben S. 166 geſehen. Ich habe daher die *Analyſe des neutralen ſalpeterſauren Bleioxyduls* noch einmal wiederholt.

Ich trocknete zu dem Ende das feingepulverte neutrale ſalpeterſaure Bleioxydul in der Sonne, und ſetzte davon nach einigen Stunden 10 Gr. in einer

keinen gewogenen Glasretorte einer höhern Temperatur aus, bis das von der Säure befreite Oxydul halb verglaſt war, und die Retorte anfing zu ſchmelzen. Weder in dem Retortenhalſe, noch in den Vorlagen hatte ſich ein einziges Tröpfchen von Säure verdichtet; ein Beweis, daſs das neutrale ſalpeterſaure Bleioxydul kein Waſſer enthält. Das Gewicht der Retorte war jetzt durch das des Bleiſalzes nur noch um 6,729 Gr. vergröſsert, und noch einmal erhitzt verlor es nichts mehr, obgleich die Retorte nun ganz zuſammengeſchmolzen war.

Ich habe dieſen Verſuch noch mehrmals mit der ängſtlichſten Sorgfalt, ſowohl in gewogenen Retorten als in einem ebenfalls gewogenen Platinatiegel wiederholt, und er gab mir ſtets Reſultate, die nur zwiſchen 67,3 bis 67,31 Theile Bleioxydul auf 100 Th. des Bleiſalzes variirten. Dieſes iſt etwas mehr Bleioxyd, als ich in meinen vorigen S. 166 mitgetheilten Verſuchen gefunden hatte (67,222) *). Das zu dieſen Verſuchen angewendete neutrale ſalpeterſaure Bleioxydul gab mit ſalpeterſaurem Silberoxydul nicht die mindeſte Trübung, und das rückſtändige Bleioxydul entband beim Auflöſen in Salpeterſäure kein Gas, wie es zufolge des Verhaltens der gebrannten ſalpeterſauren Alkalien und alkaliſchen Erden zu erwarten geweſen wäre. Es entwickelte ſich dabei von 6,73 Gr. halbverglaſetem Bleioxydul nicht mehr Luft, als der Raum einer Erbſe einnahm;

[redacted] neutrale ſalpeterſaure Bleioxydul auf [redacted] 205,87 Theile Bleioxydul. G.

ich ſehe ſie daher als atmoſphäriſche Luft an, welche mechaniſch von dem erkaltenden Oxyde eingeſogen worden war.

Hieraus erhellt auf das deutlichſte: *erſtens*, daſs wenn man die Salpeterſäure als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachten will, die in dem neutralen ſalpeterſauren Bleioxydul enthaltne Salpeterſäure unmöglich den Sauerſtoff nach irgend einem Multiplum nach einer ganzen Zahl des Sauerſtoffgehalts, der von ihr geſättigten Baſis enthalten kann; und *zweitens*, daſs in dem hier beſchriebenen baſiſchen ſalpeterſauren Bleioxydul die Baſis kein Multiplum nach einer ganzen Zahl von derjenigen Menge der Baſis ſeyn kann, mit welcher die nemliche Menge Säure im neutralen ſalpeterſauren Bleioxydul vorhanden iſt. Die hier fehlende Uebereinſtimmung der Reſultate kann alſo nicht von fehlerhaften Analyſen herrühren, ſondern das letzt beſchriebene baſiſche Salz iſt entweder eine doppelte baſiſche Verbindung, oder es ſind Urſachen vorhanden, durch welche die Salpeterſäure, wenn ſie mit der gröſstmöglichſten Menge der Baſis verbunden wird, den Sauerſtoff im Stickſtoffe ſo feſt hält, daſs er ſich wie Sauerſtoff zu verhalten aufhört, und alſo nicht mehr in Rechnung gebracht werden kann. Das folgende Beiſpiel beſtätigt die Wahrſcheinlichkeit der letzteren Anſicht, und die völlige Erklärung dieſer Erſcheinung würde uns um einen groſsen Schritt in der Lehre von den Proportionen in der Chemie weiter führen.

Baſiſches ſalpeterſaures Kupferoxyd.

Dieſes Salz habe ich mir auf dreierlei Weiſe bereitet: a) durch gelinde Erhitzung des trocknen neutralen Salzes, und Auslaugung des noch unzerſetzten Neutralſalzes mit kochendem Waſſer; b) durch Fällung des neutralen ſalpeterſauren Kupferoxyds mit Kalkwaſſer; und c) durch Fällung mit cauſtiſchem Ammoniak, wobei der ganze Kupfergehalt nicht niedergeſchlagen wurde. Alle drei Methoden gaben durchaus das nemliche Salz.

In mehreren Verſuchen erhielt ich durch Glühen aus dieſem Salze 65,6 bis 66 Procent ſchwarzes Kupferoxyd, und die dabei entbundene Säure war zum gröſsten Theile flüſſig. Dieſes Salz enthält alſo Kryſtallwaſſer, und nach der unten anzuführenden Berechnung mufs es folgendermafsen zuſammengeſetzt ſeyn:

Salpeterſäure	—	18,9
Kupferoxyd	—	66,0
Waſſer	—	15,1
		100,0.

Die 66 Th. Kupferoxyd enthalten 13,2 Th. Sauerſtoff, welchen 18,9 Th. Salpeterſäure entſprechen, ſofern dieſe als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachtet wird. Die übrigen 15,1 Th. müſſen Waſſer geweſen ſeyn und enthalten alſo 13,32 Th. Sauerſtoff. Wollten wir dieſes Reſultat nach einer andern Anſicht der Zuſammenſetzung der Salpeterſäure berechnen, ſo kommen wir auf kein Verhältniſs zwiſchen dem Sauerſtoff der Baſis

und dem des Waſſers, worin das eine ein Multiplum des andern nach einer ganzen Zahl ſeyn könnte; denn 13,2 Th. Sauerſtoff würden nach dieſer Anſicht ſchon in 15,04 Theile Salpeterſäure enthalten ſeyn, und folglich der Sauerſtoff des Waſſers, den der Baſis an Menge übertreffen, jedoch weniger als das doppelte deſſelben betragen. Wenn wir aber annehmen wollten, daſs der Sauerſtoff der Säure 2mal ſo viel als der der Baſis betrage, ſo würde das Salz 30,08 Th. Salpeterſäure und 3,42 Th. Waſſer enthalten, und wiederum der Sauerſtoff des Waſſers kein Verhältniſs nach einer ganzen Zahl zu dem der Baſis beobachten. Auch wenn man dieſes Salz als eine zweifache Verbindung von baſiſchem ſalpeterſaurem Kupferoxyd mit Kupferoxyd-Hydrat anſehen wollte, giebt dieſes keine ſo genügende Erklärung.

Die Analyſe dieſes Salzes ſcheint alſo die vorhin erwähnte Idee zu beſtätigen, daſs nemlich in den Salzen, in welchen die Salpeterſäure mit der gröſstmöglichſten Menge Baſis geſättigt iſt, die Säure gleiche Menge Sauerſtoff mit der Baſis enthält, in ſofern man die Salpeterſäure als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachtet, und alſo den Sauerſtoff des Stickſtoffs nicht in Berechnung bringt. Wir werden für dieſe Anſicht noch eine neue Beſtätigung durch das überbaſiſche ſalpetrigſaure Bleioxydul erhalten, zu dem wir uns nun wenden wollen.

3. *Die ſalpetrigſauren Salze.*

Da die Beweiſe, welche ſich, wie wir geſehen haben, aus der Analyſe der neutralen ſalpeterſauren Salze für die Zuſammenſetzung des Ammoniaks und des Stickſtoffs ziehn laſſen, ſo äuſserſt wichtig und unentbehrlich ſind, und da die Ideen, auf welche ſie führen, mit den ältern Meinungen im Streite ſtehen, und unter den Chemikern viele Gegner finden werden, ſo hielt ich es für weſentlich nöthig, alles, was in dieſen Beweiſen zweideutig oder ſchwankend ſcheinen könnte, noch näher zu betrachten. Um die Richtigkeit der Idee, die Salpeterſäure ſey aus *Ammonium* und Sauerſtoff zuſammengeſetzt, auſser allen Zweifel zu ſetzen, beſchloſs ich eine Beobachtung zu benutzen, welche ich bei meinen vielen Arbeiten mit den Bleiſalzen zu machen Gelegenheit gehabt hatte.

Baſiſches ſalpetrigſaures Bleioxydul.

Es iſt eine von Prouſt entdeckte und ſeitdem allgemein bekannte Erſcheinung, daſs wenn man Bleimetall mit einer Auflöſung von ſalpeterſaurem Bleioxydul kocht, das Blei aufgelöſt wird und man eine gelbe Flüſſigkeit erhält, welche in ſchuppigen gelben Kryſtallen anſchieſst. Hr. Prouſt hielt dieſe Verbindung für ein Salz, worin das Blei auf eine niedrigere Stufe der Oxydation gebracht ſey. Hr. Thomſon erklärte dagegen das nemliche Salz, als er es durch Erhitzung von ſalpeterſaurem Bleioxydul erhielt, für gewöhnliches baſiſches ſalpeterſau-

res Bleioxydul. Keiner dieſer beiden Chemiker hatte ſeine Aufmerkſamkeit auf den veränderten Zuſtand der Salpeterſäure gerichtet; daher der Widerſpruch in ihren Reſultaten, in welchen der eine nicht richtiger als der andere geſchloſſen hat.

Ich hatte ſehr oft gefunden, daſs wenn ich Blei in Salpeterſäure auflöſete, die Auflöſung zuletzt zitronengelb wurde, ohne daſs das von Hrn. Prouſt beſchriebene ſchuppige Salz daraus anſchoſs. Da dieſe gelben Auflöſungen ſchlechter als die gewöhnlichen kryſtalliſirten und ein gelbes Salz gaben, verſuchte ich ſie durch hinzugeſetzte Salpeterſäure zur Kryſtalliſation zu zwingen *). Die Farbe verſchwand ſogleich, und es ſchoſs ſalpeterſaures Bleioxydul in Menge an. Dieſe mit Salpeterſäure gemiſchten Auflöſungen rochen aber jedesmal ſo erſtickend nach Salpetergas, ohne daſs ſich jedoch rothe Dämpfe zeigten, daſs ich ſie aus dem Arbeitszimmer entfernen muſste. Ich übergoſs nun eine Portion des gelben Salzes mit Salpeterſäure und erwärmte die Miſchung gelind; dabei entwickelten ſich kleine Gasbläschen, welche noch am Boden des Gefäſses, ehe ſie mit der Luft in Berührung gekommen waren, roth erſchienen. Eſſigſäure brachte die nemliche Erſcheinung hervor. Es konnte alſo nicht mehr bezweifelt werden, daſs dieſes gelbe Salz eine

*) Es iſt bekannt, daſs mehrere Salze aus ihren Auflöſungen in Waſſer durch zugeſetzte freie Säure gefällt werden, wahrſcheinlich dadurch, daſs durch die Säure die Capacität des Waſſers vermindert wird. Berzelius.

Verbindung von *falpetriger Säure* mit Bleioxydul enthielt, von der es wahrſcheinlich die gelbe Farbe hatte.

Ich beſchloſs ſogleich zu prüfen, wie ſich der Sauerſtoff der ſalpetrigen Säure zu dem der Baſen verhalte, und ob dieſes Verhalten nicht einen neuen Beweis für meine Idee von der Zuſammenſetzung des Stickſtoffs abgeben könne. Zu dem Ende kochte ich in einem kleinen Glaskolben eine Auflöſung von 20 Grammen ſalpeterſaures Bleioxydul mit 12,4 Gr. dünn geſchlagnem Blei, d. i. genau mit ſo viel, als das Salz vorher enthielt. Nach etlichen Stunden war das Blei vollkommen aufgelöſt, und die Auflöſung hatte eine geſättigte gelbe Farbe angenommen. Während des Abkühlens ſchoſs ſie ganz zu einer gelben ſchuppigten Maſſe an, aus welcher ſich eine farbenloſe Flüſſigkeit auspreſſen lieſs. Die Auflöſung hatte einen mehr ſchrumpfenden als ſüſsen Geſchmack, und reagirte auf gerö-thetes Lakmuspapier ganz wie ein Alkali. Dieſes war auch mit den Kryſtallen der Fall. Säuren entwickelten aus dieſem Salze ſalpetrigte Säure in groſser Menge. Dieſes Salz iſt alſo *baſiſches ſalpetrigſaures Bleioxydul.* Es muſste daher noch eine andere und zwar neutrale Verbindung zwiſchen der ſalpetrigen Säure und dem Bleioxydul exiſtiren. Von ihr werde ich weiterhin ſprechen, und hier erſt die Zuſammenſetzung dieſes baſiſchen Salzes auszumitteln ſuchen.

Die erhaltenen Kryſtallen wurden zu einem feinen Pulver gerieben, dieſes ſtreng getrocknet und dann in einer kleinen gewogenen Glasretorte erhitzt, und zuletzt ſehr ſtreng geglühet, bis ſich kein Salpetergas mehr entband. Das Salz ſchmolz in der Hitze nicht. Es gab theils gasförmige, theils flüſſige, rothe, rauchende ſalpetrige Säure her, und enthielt alſo Kryſtallwaſſer. Der noch ungeſchmolzene Theil des Bleioxyds war ſchön hellgelb, und wog in verſchiedenen Verſuchen 79,5, 79,75 bis 80 Procent von dem angewandten Salze.

Wenn wir die ſalpetrige Säure als aus *Stickſtoff* und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachten, ſo enthält ſie gegen 63,1 Th. Sauerſtoff 39,5 Th. Stickſtoff. Wenn wir ſie dagegen als aus *Ammonium* und Sauerſtoff zuſammengeſetzt anſehen, ſo beſteht ſie in 100 Theilen aus 15,88 Th. Ammonium und 84,12 Th. Sauerſtoff. In der Menge von Bleioxydul, welche wir bei dieſen Verſuchen erhalten haben, befinden ſich 5,70 bis 5,72 Theile Sauerſtoff; dieſe müſſen in dem in den 20 Procent verflüchtigter Säure enthaltenen Sauerſtoff nach *einer ganzen Zahl* enthalten ſeyn. Wenn wir den Stickſtoff als Radical der ſalpetrigen Säure anſehen, ſo kann dieſe Säure nicht 3 Mal den Sauerſtoff der Baſis enthalten. Die Menge ſalpetrige Säure, welche 2 Mal 5,72 Th. Sauerſtoff in ſich ſchlieſst, iſt 18,13 Th.; für das Waſſer bliebe alſo nur 1,87 Theil zurück, welches offenbar zu wenig iſt, da bei der Deſtilla-

tion dieſes Salzes die gröſste Menge der Säure in tropfbar flüſſiger Geſtalt erhalten wird.

Um hierüber Gewiſsheit zu erhalten, trocknete ich eine Menge von dem baſiſchen Salze ſehr ſtreng, bis ſich die Säure davon zu entfernen anfing, und alſo alles mechaniſch anhängende Waſſer vollkommen entfernt ſeyn muſste: das Salz hatte eine dunklere Farbe angenommen, und gab in einer Retorte geglühet, wie zuvor, flüſſige Säure, wobei es 81,3 Procent Bleioxydul hinterlieſs. Da nun die verflüchtigten 18,7 Procent wie zuvor gröſstentheils flüchtig waren, ſo iſt es ganz unmöglich, daſs die ſalpetrige Säure 2 Mal den Sauerſtoff der Baſis des Salzes enthalten kann; denn dann bliebe nichts für den Waſſergehalt derſelben übrig. Wenn ſie aber mit dem ſie neutraliſirenden Bleioxydul nur gleiche Theile Sauerſtoff enthalten ſollte, ſo müſste das Salz 10,93 Th. Kryſtallwaſſer in ſich ſchlieſsen, und der Sauerſtoff dieſes Kryſtallwaſſers würde kein geſetzmäſsiges Verhalten zu dem der Baſis beobachten *). Die Zuſammenſetzung dieſes Salzes ſtimmt alſo mit den für die übrigen Salze gefundenen Geſetzen keineswegs überein, in ſofern wir den Stickſtoff als das Radical der ſalpetrigen Säure annehmen.

Wenn wir dagegen die ſalpetrige Säure als aus *Ammonium* und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachten, und in der Säure 2 Mal ſo viel Sauerſtoff als in der ſie neutraliſirenden Baſis annehmen, ſo

*) Vergl. S. 167. Anm. *Gilbert.*

würde die Menge der ſalpetrigen Säure in dieſem Salze 13,57 bis 13,6 Procent betragen, wobei 6,4 bis 6,68 Procent für das Kryſtallwaſſer übrig bleiben. So viel Theile Waſſer enthalten aber 5,64 bis 5,88 Th. Sauerſtoff. Wir können alſo mit Sicherheit ſchlieſsen, daſs dieſes Salz ſo zuſammengeſetzt iſt, daſs die Baſis und das Kryſtallwaſſer gleiche Theile Sauerſtoff enthalten, und die Säure (den Sauerſtoff des Stickſtoffs mit eingerechnet) 2 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis in ſich ſchlieſst. Die Zahlen-Verhältniſſe der Beſtandtheile des *baſiſchen ſalpetrigſauren Bleioxyduls* ſind dann nahe wie folgt:

Bleioxydul	80,0
ſalpetrige Säure	13,6
Waſſer	6,4
	100,0

Wir wollen nun, um dieſe Idee näher zu prüfen, die Bildung des baſiſchen Salzes genauer unterſuchen. Es geben, wie wir S. 166 geſehn haben, 100 Th. Salpeterſäure mit 205,1 Th. Bleioxydul ein neutrales ſalpeterſaures Bleiſalz. Sollen dieſe 100 Th. Salpeterſäure zu ſalpetriger Säure zurückgebracht werden, ſo müſſen ſie ein Fünftel ihrer Sauerſtoffmenge (den Sauerſtoff des Stickſtoffs eingerechnet) verlieren. Wenn nun in allen ſalpeterſauren Salzen der Sauerſtoffgehalt der Säure 6 Mal ſo groſs als der der Baſis iſt (S. 173.), ſo muſs er in 100 Th. Salpeterſäure 6 . 14,66 = 88 Th. be-

tragen. Nun iſt $\frac{88}{5} = 17{,}6$ *); aus 100 Th. Salpeterſäure entſtehen folglich $100 - 17{,}6 = 82{,}4$ Theile ſalpetrige Säure, deren Sauerſtoffgehalt 70,35 beträgt. Nimmt nun das Blei, das von dem flüſſigen ſalpeterſauren Bleioxydul, womit man operirt, aufgelöſt wird, dieſe 17,6 Th. Sauerſtoff in ſich auf, ſo muſs die Auflöſung mit Einſchluſs des anfänglich vorhandnen Bleioxyduls, welches 14,66 Th. Sauerſtoff enthielt, von der Baſis dann eine Menge in ſich ſchlieſsen, deren Sauerſtoff 32,26 Th. beträgt. Nach der oben angeführten Analyſe ſoll die ſalpetrige Säure die doppelte Menge dieſes Sauerſtoffs, das iſt, 64,54 Th. Sauerſtoff enthalten. Wir haben aber geſehen, daſs ſie in der That 70,35 Th. Sauerſtoff, alſo 5,48 Th. mehr in ſich ſchlieſst. Wenn daher dieſe Berechnung richtig iſt, ſo muſs ein Theil der ſalpetrigen Säure zugleich zerſetzt, und folglich Salpetergas oder Stickgas entbunden werden. Dieſe durch eine ungleiche Zerlegung der Salpeterſäure entſtehende Gasentbindung läugnet zwar Herr Prouſt, und ſeitdem auch Hr. Gehlen; ſollte ſie aber doch nicht Statt finden? oder vielmehr, wie ſollte das ſalpeterſaure Bleioxydul zuſammengeſetzt ſeyn, wenn ſie nicht Statt fände? Die Sal-

*) Ich muſs hier die oft gemachte Bemerkung wiederholen, daſs, wenn in meinen Verſuchen der Sauerſtoffgehalt der Baſen ein wenig zu groſs ausgefallen iſt, dieſer Fehler durch die 6fache Vergröſserung hier bedeutend wird. Der Leſer ſieht aber leicht ein, daſs dieſes auf die hier entwickelte Vorſtellung keinen weſentlichen Einfluſs hat. *Berzelius.*

peterſäure müſste dann eine Menge Bleioxydul ſättigen, deren Sauerſtoff $\frac{1}{3}$ von dem der Säure beträgt (nemlich ſo fern dieſe aus Ammonium, oder $\frac{1}{4}$ ſo fern ſie aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt wäre). Dieſes würde aber, wenn meine Analyſe des ſalpeterſauren Bleioxyduls einigermaſsen richtig iſt, in den 100 Theilen Salpeterſäure, welche 205,1 Th. Bleioxydul ſättigen, eine Menge von Waſſer, deren Sauerſtoff dem des Bleioxyduls gleich wäre, vorausſetzen, da denn 100 Th. waſſerfreier Salpeterſäure ſo viel Bleioxydul ſättigen müſsten, als 17,59 Th. Sauerſtoff in ſich ſchlieſst. Meine S. 166 beſchriebenen Verſuche zur Analyſe des ſalpeterſauren Bleioxyduls und des ſalpeterſauren Ammoniaks zeigen aber, wie mich dünkt, unwiderleglich, daſs ein ſolches in der Säure verborgenes Waſſer nicht vorhanden iſt. Die Verwandlung des ſalpeterſauren Bleioxyduls in baſiſches ſalpetrigſaures Bleioxydul iſt alſo ohne Zerſetzung eines Theils der ſalpetrigen Säure, und alſo ohne eine Gasentbindung, nicht möglich.

Folgender Verſuch brachte mich hierüber ins Reine. Ich that in einen kleinen gläſernen Kolben 12 Gran ſalpeterſaures Bleioxydul und 10 Gr. dünn geſchlagenes Blei, goſs den Kolben mit gekochtem Waſſer voll, und brachte in die Mündung des Kolben eine gleichfalls mit Waſſer gefüllte Gas-Entbindungs-Röhre. Der Kolben wurde langſam über einer Weingeiſtlampe erhitzt, bis die Flüſſigkeit dem Siedepunkte nahe kam. Das Blei fing nach und

merkte, welche aufgelöst werden konnte, ohne daſs ſich dabei überbaſiſches Salz bildete. In dem erſten Verſuch löſeten 10 Gran ſalpeterſaures Bleioxydul 7⅔ Gr. Blei ohne Spuren von überbaſiſchem Salze auf. Ich erhitzte dann die erkaltete Auflöſung aufs Neue und legte 1 Gran Blei hinein, womit ich ſie 1 Stunde kochte. Es wurden 0,28 Gr. Blei aufgelöſt, und während des Erkaltens ſchoſſen einige Gruppen von überbaſiſchem Salze an. Andere 10 Gr. Bleiſalpeter wurden mit 7,9 Gr. Blei zu völliger Auflöſung gekocht; während des Erkaltens der Auflöſung zeigten ſich einige wenige Spuren von überbaſiſchem Salze. Noch andere 10 Gr. ſalpeterſaures Bleyoxydul, worin 7,8 Gr. Blei aufgelöſt waren, gaben zwar keine recht deutliche Zeichen von überbaſiſchem Salze, das Unterſte der Kryſtalliſation, am Boden des Gefäſses, ſchien jedoch etwas röthlicher als das obere zu ſeyn. Da nun das überbaſiſche Salz nicht in kaltem Waſſer völlig unauflöslich iſt, ſo glaubte ich durch dieſe Näherungsmethode keine genauere Beſtimmung erwarten zu können.

Es iſt leicht zu berechnen, wie viel Blei von ſalpeterſaurem Bleioxydul aufgelöſt werden muſs, damit es ſich in das baſiſche ſalpetrigſaure Salz verwandle. Denn wenn, nach der ſpätern S. 182 angeführten Analyſe, das neutrale ſalpeterſaure Bleioxydul in 305,87 Theilen 100 Theile Salpeterſäure enthält, welche, um zu ſalpetriger Säure zu werden, 17,6 Th. (oder nach der Beſtimmung von den

Voluminibus der gasförmigen Beſtandtheile der Salpeterſäure 17,395 Th.) Sauerſtoff abgeben müſſen, ſo iſt das dabei ſich bildende Bleioxydul nicht hinreichend, alle ſalpetrige Säure auf die nämliche Sättigungsſtufe zu bringen, ſondern es entſteht ein Ueberſchuſs von 5,74 Theilen ſalpetriger Säure. Durch eine ſehr leichte Berechnung findet ſich, daſs, wenn ſalpetrige Säure zu Salpetergas wird, ſie ein Viertel ihrer ganzen Sauerſtoffmenge verliert *), und daſs alſo 2 Theile ſalpetrige Säure müſſen zerſetzt werden, um das Bleioxydul hervorzubringen, welches mit 1 Theil ſalpetriger Säure das baſiſche Salz darſtellt **). Von den überſchüſſigen 5,74 Th. ſalpetriger Säure müſſen alſo 3,826 Th. zerlegt worden ſeyn und 0,805 Th. Sauerſtoff an das Blei abgegeben haben. Dieſe zu den vorher genannten 17,59 Th. Sauerſtoff addirt, geben 18,375 Th. Sauerſtoff, welche von dem aufgelöſten Blei aufgenommen worden ſind; 18,375 Th. Sauerſtoff verbinden ſich aber mit 238,8 Th. Blei. Wenn nun aber 305,87 Th. ſalpeterſaures Bleioxydul 238,8 Th. Blei auflöſen, ſo löſen 100 Th. dieſes Salzes 78 Th. Blei auf. Wir haben aber geſehen, daſs in dieſen Verſuchen die Bildung des überbaſiſchen Salzes genau auf dieſem Punkt ſeinen Anfang nahm.

Vielleicht giebt es unter den indirecten Beweiſen für die wahre Zuſammenſetzung der Salpeter-

*) Erſte Fortſ. *Ann.* N. F. B. 5. S. 186.

**) In ſofern in dieſen Salzen die Säure noch einmal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthält. *G.*

säure, und mithin auch des Ammoniaks und des Stickstoffs, keinen bündigeren als diesen. Denn die hier angeführten Beobachtungen, wenn sie auch nicht auf die gröfste Genauigkeit Anspruch haben, können unmöglich so fehlerhaft seyn, dafs die Bildung des basischen salpetrigsauren Bleioxyduls sich mit einer andern Idee über die Zusammensetzung und die Sättigungs-Capacität dieser beiden Säuren vertragen sollte.

2. *Neutrales salpetrigsaures Bleioxydul.*

Ich wünschte nun auch das neutrale salpetrigsaure Bleioxydul kennen zu lernen, und dazu schlug ich folgenden Weg ein. Ich vermischte eine gesättigte kochende Auflösung des basischen Salzes mit so viel Schwefelsäure, als erforderlich war, um die Hälfte des in ihr befindlichen Bleioxyduls zu sättigen *). Ich erhielt eine gesättigte goldgelbe Auflösung, welche nach dem Erkalten nicht krystallisirte, und, wenn ich sie durch Abdampfen auf der Sandkapelle concentriren wollte, sich zum Theil zersetzte und basisches salpetersaures Bleioxydul gab. Daher überliefs ich einen Theil derselben der selbsterfolgenden Verdunstung, und nach und nach schofs aus demselben ein dunkel-zitrongelbes Salz in octaedrischen Krystallen an. Dieses so gewonnene gelbe Salz ist beträchtlich auflöslicher im

*) Ich mufs hierbey, bemerken, dafs, wenn dieser Versuch nicht in einem langhalsigen Kolben gemacht wird, ein Theil der salpetrigen Säure gasförmig entweicht, und die Zerlegung vollständig wird. *Berzelius.*

Waſſer, als das ſalpeterſaure Neutralſalz. Wenn es in gekochtem und noch heiſsem Waſſer aufgelöſt wird, hinterläſst es eine geringe Menge baſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul, welche ſich während der Verdunſtung des Waſſers gebildet hat; in ungekochtem Waſſer wird dieſer Rückſtand noch beträchtlicher. Da es unmöglich iſt, dieſes Salz in trockner Geſtalt völlig rein darzuſtellen, ſo kann eine Analyſe deſſelben kein recht ſcharfes Reſultat geben.

In einer kleinen Glasretorte wurden davon 10 Grammes erhitzt. Das Salz ſchmolz und glich in dieſem Zuſtande dem ſalzſauren Blei- oder Silber-Oxydul; es hatte eine dunkelbraune Farbe angenommen, und ſchäumte ſehr ſtark, indem es ſich zerlegte. Ein Theil der ſich entbindenden Säure ging gasförmig weg, ein anderer Theil ſetzte ſich in der Vorlage tropfbar flüſſig ab. Dieſes Salz enthält alſo Kryſtallwaſſer. In der Retorte blieb als Rückſtand ein zuſammengeſchmolzenes Bleioxydul, welches 7 Gran wog. Ohne allen Zweifel iſt in dieſem Salze wenigſtens doppelt ſo viel Säure gegen die Baſis als in dem baſiſchen ſalpetrigſauren Bleioxydul enthalten, und ſättigt folglich die ſalpetrige Säure in dem neutralen Salze eine Menge Bleioxydul, welche $\frac{1}{4}$ ſo viel Sauerſtoff als die Säure enthält; d. i. 100 Theile Säure 294,1 Th. Bleioxydul. Dieſes wird um ſo weniger ſtreitig, da die 100 Th. ſalpetrige Säure, wenn man ſie als aus Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt betrachtet, 3 Mal

die in 294,1 Th. Bleioxydul befindliche Sauerſtoffmenge enthalten würden, und alſo beide Anſichten ſich mit dieſem Reſultat vereinigen laſſen. Enthält nun überdieſs das Kryſtallwaſſer eine gleiche Menge Sauerſtoff mit der Baſis, ſo iſt das *neutrale ſalpetrigſaure Bleioxydul* folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

Bleioxydul	70,375
ſalpetrige Säure	23,925
Waſſer	5,700
	100,000

In dem Verſuch hinterliefs das Salz nur 70 Procent Bleioxydul. Der kleine Unterſchied von beinahe $\frac{4}{1000}$ rührt wahrſcheinlich daher, daſs die ſalpetrige Säure ſich während der Abdampfung mehr und mehr oxydirt, und daher das Salz weniger an Baſis zurücklaſſen muſste.

3. *Ueberbaſiſches ſalpetrigſaures Bleioxydul.*

Das *überbaſiſche* ſalpetrigſaure Bleioxydul iſt ein in kaltem Waſſer ſehr ſchwer auflösliches Salz. Es ſchieſst während des Erkaltens in kleinen dunkelziegelfarbigen Kryſtallſchuppen an. Die Auflöſung zerſetzt ſich an der Luft, oder wenn ſie mit ungekochtem Waſſer vermiſcht wird, und ſetzt ein häufiges weiſses Pulver ab. An der Luft läſst ſich das trockene Salz unverändert aufbewahren. In der Hitze ſchmilzt es nicht, und bei einer nicht ſehr erhöheten Temperatur läſst es ſich von allem Waſſer befreien, ohne daſs dabei etwas von der Säure

verflüchtigt wird; ich glaube alſo, daſs es kein Kryſtallwaſſer enthält. Als ich 10 Gran ſtark getrocknetes überbaſiſches Salz in einer kleinen gewogenen Glasretorte glühete, erhielt ich nur gasförmige ſalpetrige Säure, und ſie hinterlieſsen 8,9825 Gr. Bleioxydul. Dieſes Salz iſt alſo folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

Bleioxydul	89,825
ſalpetrige Säure	10,175
	100,000

Wenn wir dieſes Reſultat berechnen, ſo finden wir, daſs die ſalpetrige Säure, ſofern wir den Stickſtoff als ihr Radical betrachten, in dieſem Salze beinahe gleiche Theile Sauerſtoff mit dem Bleioxydul enthält, mit einer Genauigkeit, die faſt bis in die letzten Zahlen reicht; daſs aber die Zuſammenſetzung dieſes Salzes nicht dem Princip gemäſs wird, wenn wir den Sauerſtoff des Stickſtoffs mit in die Berechnung hineinziehn. In zwei andern Verſuchen erhielt ich 89,5 und 89,66 Procent Bleioxydul aus dieſem Salze.

Wir ſehn hier eine neue Beſtätigung der vorhin erwähnten Idee, daſs in den überbaſiſchen ſalpeterſauren Salzen, in welchen die Säure und das Bleioxydul gleiche Theile Sauerſtoff enthalten, der Stickſtoff bei der Berechnung als ein einfacher Körper betrachtet werden muſs. Wenn aber auf der andern Seite die ſalpetrige Säure den Sauerſtoff nach einem Multiplum des in der Baſis befindlichen enthält, ſo entſpricht die Zuſammenſetzung des

Salzes dem gewöhnlichen Geſetze nur dann, wenn wir den Sauerſtoff des Stickſtoffs in die Berechnung mitnehmen. Ich wage über die Urſache dieſes ſonderbaren Umſtands keine Muthmaſsung.

Wenn wir die Menge von Baſis berechnen, welche 100 Theile ſalpetrige Säure in den drei hier beſchriebenen ſalpetrigſauren Salzen ſättigen, ſo finden wir, daſs dieſe 100 Theile Säure im baſiſchen Salze mit 2 Mal ſo viel, und im überbaſiſchen Salze mit 3 Mal ſo viel Bleioxydul, als in dem neutralen Salze, verbunden ſind. In den drei ſalpeterſauren Bleioxydul-Salzen findet aber eine ſolche geſetzmäſsige Progreſſion nicht Statt, denn in ihnen verhalten ſich die mit 100 Theilen Säure verbundenen Mengen der Baſis, wie 1 : 2 : 4,75. Dieſe Anomalie kann nur darin ihren Grund haben, daſs der Stickſtoff ein zuſammengeſetzter Körper iſt, und ſcheint mir alſo ein Beweis mehr dafür zu ſeyn.

Es iſt leicht einzuſehen, daſs die Bildung des überbaſiſchen Salzes auf Koſten der ſalpetrigen Säure geſchieht. Ich fand durch einen Verſuch, daſs dabei Salpetergas entbunden wird, und in dieſem Gas konnte ich keine bemerkbare Spur von Stickgas finden. Nach den obigen Berechnungen kann das ſalpeterſaure Bleioxydul, um überbaſiſches ſalpetrigſaures Bleioxydul zu werden, ein dem ſeinigen faſt gleiches Gewicht Bleimetall auflöſen. In einem der hier angeführten Verſuche hatten zwar 100 Th. Bleiſalpeter 116½ Th. Blei aufgelöſt; der Verſuch war [illegible] langhalſigen Kolben angeſtellt wor-

den, in welchem ein beträchtlicher Theil Salpetergas ſich mit dem Sauerſtoffgas der hereindringenden Luft verband, und als Salpeterſäure in den Kolben zurückfloſs. Dieſes geſchieht beſonders, wenn das baſiſche Salz gebildet iſt, weil dann 3 Th. der ſalpetrigen Säure zerſetzt und in Salpetergas verwandelt werden müſſen, um 1 Theil des Salzes in überbaſiſches Salz zu verwandeln. In Diſtillirgefäſsen geſchieht dieſes nicht, weil in ihnen die neugebildete Säure ſich in der Vorlage anſammelt, wo dann das condenſirte Waſſer aus leicht begreiflichen Urſachen mehr oder weniger ſauer iſt, je nachdem die Hitze das Kochen der Flüſſigkeit mehr oder weniger ungleich unterhalten hat.

Wenn man in einem offenen Gefäſs eine ſchwachſaure Auflöſung von ſalpeterſaurem Bleioxydul mit mehr Blei kocht, ſo erhält man eine gelbe Auflöſung, welche in gelben Kryſtallen anſchieſst. Ich glaubte anfangs, dieſes könne ein *Doppelſalz* mit zwei Säuren ſeyn, und ſuchte es daher mit Genauigkeit zu analyſiren, fand aber, daſs es ſich nicht gleich blieb, daſs auch der nämliche Anſchuſs hier und da gelber war, und daſs die letzten Anſchüſſe ſalpetrigſaures Bleioxydul in gröſserer Menge als die erſten enthielten. Dieſes Salz war alſo nur eine gleichzeitige Kryſtalliſation der beiden vermiſchten Salze. Durch Pulvern und Ausſetzen an der Luft verliert es nach und nach ſeine gelbe Farbe, und wenn man es dann in Waſſer auflöſt, ſo läſst dieſes baſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul zu-

rück. Wäre dieſes Salz wirklich ein Doppelſalz, wo die Säuren die Baſis unter ſich zur Hälfte getheilt hätten, ſo müſste es nach dem Glühen 68,9 Procent Bleioxydul hinterlaſſen. Ich erhielt aber nur 67,5 bis 68,5 Procent, je nachdem ich frühere oder ſpätere Anſchüſſe zu unterſuchen hatte.

Noch muſs ich eine Erſcheinung des *neutralen ſalpetrigſauren Bleies* erwähnen, welche es wahrſcheinlich mit den übrigen ſalpetrigſauren Salzen gemein hat. Wenn man eine Auflöſung dieſes Salzes in der Wärme concentrirt, ſo oxygenirt ſich die Säure ſtärker, und da dann die neugebildete Salpeterſäure in dem Salze $\frac{1}{4}$ mehr Baſis findet, als ſie ſättigen kann, ſo ſetzen ſich von dem neugebildeten ſalpeterſauren Salze $\frac{3}{4}$ als baſiſches Salz ab, während $\frac{1}{4}$ als neutrales ſalpeterſaures Bleioxydul in der Auflöſung zurückbleiben. Wenn die Flüſſigkeit einen gewiſſen Grad von Concentration erreicht hat, entſtehet darin bei einer Temperatur, welche dem Siedepunkte nahe kömmt, ein Aufbrauſen, wobei ſich Salpetergas entbindet, und baſiſches und überbaſiſches ſalpeterſaures Bleioxydul gebildet werden.

Das neutrale ſalpetrigſaure Bleioxydul kann ſich alſo auf zweierlei Weiſe zerſetzen. *Entweder* die Säure oxygenirt ſich auf Koſten der Luft ſtärker, und es entſteht eine Miſchung von $\frac{3}{4}$ baſiſchem und $\frac{1}{4}$ neutralem ſalpeterſauren Bleioxydul; *oder* es entbindet ſich in der Hitze die Hälfte des Ammoniums der Säure mit ſo viel Sauerſtoff, als nöthig iſt, um Salpetergas zu bilden, und der zu-

rückbleibende Sauerſtoff verwandelt die andere Hälfte des Ammoniums in Salpeterſäure, wobei $\frac{4}{10}$ des Gewichts der ſalpetrigen Säure als Salpetergas entweichen, während $\frac{6}{10}$ als Salpeterſäure zurückgehalten werden, und eine Miſchung aus $\frac{7}{8}$ baſiſchem und $\frac{1}{8}$ überbaſiſchem ſalpeterſaurem Bleioxydul bilden. Die Flüſſigkeit bleibt, ſo lange ſie kochend iſt, ziemlich ungetrübt; nach dem Erkalten ſetzen ſich aber die baſiſchen Salze daraus ab. Das Nemliche geſchieht auch, wenn man die Auflöſung mit Waſſer verdünnt. Die Verwandelung der ſalpetrigen Säure in Salpeterſäure, durch eine veränderte Vertheilung des Sauerſtoffs an verſchiedenen Portionen des Radicals, iſt dieſer Säure mit den übrigen unvollkommenen Säuren gemein.

4. *Andere ſalpetrigſaure Salze.*

Ich habe verſucht mittelſt des ſalpetrigſauren Bleioxyduls andere ſalpetrigſaure Salze zu bereiten, indem ich ſchwefelſaure Salze mit demſelben vermiſchte, habe bis jetzt aber wenig mehr als die Ueberzeugung von der Möglichkeit ſie darzuſtellen, erhalten. Wenn ich ſo z. B. ſchwefelſaures *Kupferoxyd* mit ſalpetrigſaurem Bleioxydul vermiſchte, erhielt ich eine grasgrüne Auflöſung, welche an der Luft nach und nach baſiſches ſalpeterſaures Kupferoxyd abſetzte, und endlich nach einigen Wochen wiederum blau wurde. Daſſelbe erfolgte noch geſchwinder in der Wärme. Ich verſuchte dieſes Salz aus ſalpeterſaurem Kupferoxyd durch

Digeſtion über Kupfer zu bereiten, es wollte mir aber nicht gelingen ein ſalpetrigſaures Salz zu erhalten, wahrſcheinlich weil die ſalpetrige Säure mit dem Kupferoxyd kein ſolches baſiſches Salz als mit dem Bleioxydul giebt.

Salpetrigſaures Ammoniak auf die nemliche Weiſe, wie das ſalpetrigſaure Kupferoxyd bereitet, iſt ein farbenloſes Salz, welches bei einer nicht ſehr erhöheten Temperatur ſich zerſetzt. Bei 40° bis 50° fahrt die Auflöſung immer fort Gasbläschen zu entbinden, welche reines Stickgas ſind; bis zum Kochen erhitzt, ſchäumt es ſtark, und die Gasentbindung wird häufiger, und ſo lange die Auflöſung nicht zu ſehr concentrirt iſt, wird nichts als Stickgas erzeugt, wobei die Auflöſung ihre Neutralität behält. Ich verſuchte das Salz in trockener Geſtalt darzuſtellen, indem ich dieſe Auflöſung in flachen Glasſchalen in einem trockenen Luftzuge ſtehen ließ, und erhielt eine undeutlich kryſtalliſirte Salzmaſſe, welche ſalpeterſaurem Ammoniak gleich war. In einer kleinen Retorte geſchmolzen, gab ſie ſehr viel Gas und eine Menge mit Ammoniak ſehr ſtark beladenes Waſſer. Das erhaltene Gas wurde durch Sauerſtoffgas nicht geröthet, und hatte alle Eigenſchaften des oxydirten Stickgas.

Dieſe Erſcheinungen ſind leicht zu erklären. Die ſalpetrige Säure neutraliſirt eine Menge Baſis, welche $\frac{1}{2}$ ſo viel Sauerſtoff als die Säure enthält. Der Sauerſtoff der Säure (der des Stickſtoffs nicht darin eingerechnet) iſt dann genau hinlänglich al-

len durch höhere Oxydirung des Ammoniaks hervorzubringenden Waſſerſtoff in Waſſer zu verwandeln, wobei der Stickſtoff der Säure und der des Ammoniaks in Gasform zugleich entbunden werden. Das ſalpetrigſaure Ammoniak zerſetzt ſich alſo, wenn es nicht eine zu concentrirte Auflöſung darſtellt, in Waſſer und Stickgas, und vielleicht giebt dieſes Salz die wohlfeilſte und ſicherſte Methode an die Hand, um ſich dieſes Gas in reinem Zuſtande zu verſchaffen. Die Säure und das Alkali geben gleiche Mengen Stickſtoff her; das Alkali enthält aber 1½ Mal ſo viel Ammonium als die Säure. Wenn das trockene Salz erhitzt wird, und dabei, wie wir geſehen haben, ganz andere Zerlegungsprodukte hervorbringt, ſo laſſen ſich dieſe auf folgende Weiſe erklären: Das ſalpetrigſaure Ammoniak zerlegt ſich auf der einen Seite wie das ſalpetrigſaure Bleioxydul in Salpetergas, ſalpeterſaures Ammoniak und freies Ammoniak (weil das Alkali kein baſiſches Salz darſtellen kann), und auf der andern Seite fährt ein anderer Theil des Alkali fort, ſich in Waſſer und in Stickgas zu zerlegen; und da das Salpetergas und das Stickgas im Entſtehen einander berühren, ſo bilden ſie oxydirtes Stickgas, und die Produkte dieſer doppelten Zerlegung werden oxydirtes Stickgas, Waſſer, freies Ammoniak, und ſalpeterſaures Ammoniak, welches, indem es ſich ferner zerſetzt, die Menge des oxydirten Stickgaſes und des Waſſers vermehrt,

* * *

Ich glaube, dafs durch dieſe Verſuche *erſtens* die Lehre von der *Zuſammenſetzung der Salpeterſäure* mehr ins Klare geſetzt wird, und *zweitens* glaube ich durch ſie dargethan zu haben, dafs die *ſalpetrige Säure* eine ſelbſtſtändige, eigene Salze mit den Baſen hervorbringende Säure iſt, welche eine Menge Baſis neutraliſirt, deren Sauerſtoff $\frac{1}{4}$ von dem der Säure beträgt. Einige neuere Chemiker hatten in dieſer Säure eine Verbindung von Salpeterſäure mit Salpetergas ſehen wollen, welche durch Sättigung mit Baſen zerlegt werde. Dieſe Meinung war aber auf Verſuche geſtützt, welche das wohl nicht bewieſen, was ſie beweiſen ſollten.

Die Kenntniſs der ſalpetrigen Säure iſt zur Erklärung einiger Erſcheinungen, welche die Salpeterſäure zeigt, unentbehrlich. Es iſt z. B. bekannt, dafs verdünnte Salpeterſäure, aus concentrirter farbenloſer Säure gebildet, für mehrere Metalle ein weit ſchlechteres Auflöſungsmittel iſt, als die durch Verdünnung von rauchendem Salpetergeiſt erhaltene Säure. Wäre die rauchende Salpeterſäure nichts als eine Auflöſung von Salpetergas in Salpeterſäure, ſo würde ſich nicht begreifen laſſen, wie das Salpetergas hier ſo wirkſam ſeyn könnte, da es von den aufzulöſenden Körpern nicht zerlegt wird. Wenn wir dagegen wiſſen, dafs ſalpetrige Säure eine Säure eigner Art iſt, welche ſich leichter als die Salpeterſäure zerlegen läſst, ſo hat die gröſsere Wirkſamkeit der aus der rauchenden durch Verdünnung gebildeten Säure für uns nichts Räthſelhaftes.

VI.

Einiges von Thieren, aus engliſchen phyſikaliſchen Zeitſchriften

ausgezogen von Gilbert.

1. *Wie viel Flügelſchläge macht ein Inſekt beim Fliegen in einer Secunde* *).

Dieſes läſst ſich auf zwei Arten finden, mittelſt der Lehre vom Schall und durch optiſche Gründe. — Kein Inſekt giebt einen andern Ton von ſich, als den, der durch die Flügelſchläge deſſelben entſteht, indem dieſe auf mechaniſche Art Schwingungen in der Luft hervorbringen, deren Geſchwindigkeit eine beſtimmte Tonhöhe entſpricht. Beobachtet man daher bei der Biene, der Fliege, der Mücke u. ſ. w. die Noten, mit denen der Ton im Einklange iſt, den ſie beim Fliegen hervorbringen, ſo findet ſich hieraus die Zahl ihrer Flügelſchläge in einer Secunde. Dieſen Weg habe ich indeſs nicht eingeſchlagen, ſondern den optiſchen.

D'Arcy, Watſon und andere haben dargethan, daſs der Eindruck des Lichts auf unſer Auge eine Zeit lang fortdauert, wenn der Gegenſtand aufhört, einen Eindruck darauf zu machen.

*) Journ. of nat. phil. Vol. 3. G.

Gewöhnlich zeigt man das dadurch, dafs eine glühende Kohle, die man ſchnell im Kreiſe umſchwingt, dem Auge ſich als ein glühender Kreis zeigt. Wenn eine Stubenfliege horizontal in der Richtung nach der Sonne fliegt, und man ſteht ſo, dafs die Geſichtsſtrahlen dieſen Weg rechtwinklich durchſchneiden, ſo laſſen ſich die Schläge der Flügel wahrnehmen, indem durch Zurückwerfung des Lichts von ihnen eine Reihe glänzender Flecke oder Sterne entſteht. Fliegt die Fliege mit einer mäfsigen Geſchwindigkeit, von ungefähr 5 Fufs in der Secunde, ſo ſieht man ſolcher glänzenden Flecke oder Sterne ungefähr 10 auf jeden Zoll des Raums, den ſie zurücklegt; wenn ſie dagegen in Gefahr iſt und ſchnell fliegt, ſo kann jeder Flügelſchlag ſie um einen Raum von beinahe $\frac{1}{4}$ Zoll vorwärts bringen. Alſo kommen in dem erſten Fall auf jede Secunde $10 . 12 . 5 = 600$ Flügelſchläge. Die Geſchwindigkeit im zweiten Fall kann ich nicht ſchätzen, halte ſie aber für 6 oder 7 Mal gröſser, oder von 30 Fufs in der Secunde. Ein Wettrenner kann, im erſten Anfange des Laufs, 90 engliſche Fufs in der Secunde zurücklegen, indem er 4 bis 5 Sprünge in jeder Secunde macht.

Die Fliege erregt in beiden Fällen im Fluge keinen Schall. Der Ton, den ſie hervorbringt, wenn ſie feſt gehalten wird, oder den die Mücke, wenn ſie im Talge des Lichts klebt, mit ihren Flügeln erregt, ſcheint durch viel ſtärkere und ſchnellere Schläge zu entſtehen.

2. *Das Spinnen-Gewebe.*

Das Gewebe der Spinne beſteht aus concentriſchen Vielecken, die ſo weit von einander abſtehen, daſs die mehrſten der kleinen Fliegen ungehindert zwiſchen ſie hindurch fliegen können; auch ſind die Fäden, welche die Halbmeſſer der Polygone ausmachen, und von denen jeder die übereinſtimmenden Winkelpunkte der verſchiedenen Vielecke mit dem Mittelpunkte verbindet, beträchtlich weit von einander entfernt. Man berühre indeſs einen der Fäden, welche die Seiten der Polygone bilden, mit dem Kopfe einer Nadel oder mit einem Zahnſtocher, und man wird verwundert ſehen, daſs der Faden an der Nadel kleben bleibt, wenn man ſie zurückzieht, und ſich faſt bis auf das Doppelte verlängert, ehe er von ihr los läſst, auch dann nicht zerreiſst, ſondern ohne Unordnung in ſeine erſte Lage zurückkömmt. Die Inſekten werden durch den klebrigen Leim gefangen, der dieſe Fäden überzieht, und der ſeine Klebrigkeit lange Zeit über behält, und ſehr feſt haftet. Wenn man die Fäden mit einer Loupe beſieht, ſo zeigt er ſich als kleine an einander ſtoſsende Körnchen längs den Fäden. Die Halbmeſſer der Polygone ſind mit dieſem klebrigen Leim nicht überzogen; ſie dienen dem Räuber, der in der Mitte lauert, als Stege, auf denen er ſchnell herbeieilt, ſobald in irgend einer Stelle des Netzes ein Fang vor ſich geht. Dieſe Bemerkung gehört Hrn. Prevoſt.

3. *Beobachtungen über die fliegende Spinne, von Teed, Esq. in Lancester.*

Ich habe vor Kurzem den bewundernswürdigen Inſtinct der ſogenannten fliegenden Spinne (*aranea diadema*) näher zu betrachten Gelegenheit gehabt. An einem ſchönen September-Abend gieng ich in meinem Garten umher, und ſah eine dicke Spinne im Mittelpunkte ihres Gewebes auf Inſekten lauern. Ich hob ſie mittelſt einer Ruthe fort, und hielt ſie ſchwebend zwiſchen mir und der Sonne. Sie lieſs ſich ungefähr 3 Fuſs tief herab, und alsbald theilte ſich der Faden, an dem ſie hieng, in 5 oder 6 andere feine halb ſo lange Fäden, die an dem oberen Ende frei waren und vom Winde bewegt wurden. Das Ende eines dieſer Fäden blieb an der Spitze eines Baumzweigs hängen; die Spinne verſuchte darauf mit einem ihrer Hinterbeine, ob er feſt haftete, und da ich ihre Abſicht merkte, bewegte ich die Ruthe, ſo daſs er ſtraff wurde. Sie kletterte ſogleich mit vieler Leichtigkeit längs deſſelben auf den Baum. Ich begriff nun, wie dieſes Inſekt es anfängt, um von einem Ende eines Gartens zum andern, und über Heerſtraſsen und Flüſſe weg zu kommen. — Ich wiederholte das vorige Verfahren, mit dem Unterſchiede, daſs ich es vermied, daſs der flatternde Faden ſich nicht an Zweige anklebte. Der Wind trieb ihn fort, und ich hatte das Vergnügen zu ſehen, daſs er immer länger wurde, indem immer mehr davon aus dem Leibe, der Spinne herauskam; der Wind reicht allein zu dieſer Art von Abſpinnen

hin, wobei das Inſekt wahrſcheinlich durch innere Kraft mitwirkt. Der Faden wurde auf dieſe Art wenigſtens 30 Fuſs lang; endlich erreichte er eine Mauer, an die er ſich feſt klebte, und ſogleich lief die Spinne auf dieſer Art von Seil nach der Mauer. Ich habe dieſe Verſuche häufig wiederholt, und empfehle ſie Freunden der Naturgeſchichte.

Die Natur ſcheint dieſen kleinen Thieren das Vermögen gegeben zu haben, nach Willkühr einen oder mehrere klebrige Fäden zugleich zu ſpinnen, und einen ſolchen Faden nach Belieben verlängern zu können, wodurch ſie ein Mittel haben, ſich in bedeutende Entfernungen zu verſetzen. Wahrſcheinlich lehrt es ſie der Inſtinct, wenn der Wind günſtig iſt um einen Gegenſtand, nach dem ſie hin wollen, mit ihren Fäden zu erreichen. Dieſe ſonderbare Eigenſchaft kömmt nur dieſer Art von Spinnen zu; ich habe ſie bei keiner andern bemerkt. Die gröſsten Spinnen ſpinnen die dickſten Fäden, und ſind daher zur Beobachtung die beſten; die kleinen haben aber daſſelbe Vermögen. Wie die Fäden ſich ſogleich trennen, wenn ſie aus dem Körper der Spinne kommen, und wie dieſe es anfängt, einen einfachen oder mehrfachen Faden nach Willkühr zu ſpinnen, weiſs ich mir nicht zu erklären.

Keine der in England einheimiſchen Spinnen iſt giftig. Sie tödten die kleinen Thiere, indem ſie ſie mit ihrem ſtarken Freſswerkzeuge angreifen, und ihnen das Blut ausſaugen.

4. *Die Spinnen als Wetterverkündiger, Bemerkungen von C. von Oeynhausen* *).

Alles, was Quatremere d'Isjonval über die Spinnen gesagt hat, fand der Verf. vollkommen bestätigt. Eine Hauptsache ist, dass man die Spinnen nicht füttert, und überhaupt ihnen nicht merken läfst, dafs man sie beobachtet; es versteht sich, dafs sie sonst auf keine Weise gestört werden dürfen. Je weiter alsdenn die Spinne vorn im Netze sitzt und je weiter sie ihre Vorderbeine heraus streckt, desto länger kann man auf gutes Wetter rechnen. Je weiter sie sich aber mit umgekehrtem Leibe hinten ins Loch verkriecht, desto anhaltend schlechter wird das Wetter. Die grofsen oder alten Spinnen zeigen das Wetter weit genauer als die jungen an. Wegen vorfallender Zufälligkeiten aber ist es nöthig, mehrere zu beobachten. Die Frühstunden sind dazu die tauglichsten. Wenn man um 10 Uhr die Spinne im Mittelpunkte ihres Netzes antrifft und sie dasselbe mit ihren Füfsen rüttelt, so ist einer der schönsten Tage zu erwarten.

5. *Der fliegende Sommer.*

Hr. M. Strak, Lehrer, damals an dem Pädagogio zu Halle, jetzt am Gymnasium zu Wertheim, hat durch seine Beobachtungen der kleinen schwarzen Spinne, *Aranea obtextrix*, welche er in der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle vorgelesen, die Streitfrage über die Entstehung des fliegenden

*) Allg. Litt. Zeit. 1811. S. 759.

Sommers genügend entſchieden. Er ſammelte von dieſer Spinnenart, welche kaum die Gröſse eines Stecknadelknopfs hat, eine Menge in ein Zuckerglas, in das er ein Stück Raſen gelegt hatte. Sie fingen ſogleich an zu arbeiten, und in wenig Stunden war das Glas nach allen Richtungen mit weiſſen Fäden durchzogen. Als der Raſen im Glaſe anfing trocken zu werden, und er ihn beſpritzte, kamen die Spinnen eilig herbei, und ſogen die an den Fäden hängenden Tropfen mit ſichtbarer Gierigkeit ein. So auch Milch. Andere, welche trokken eingeſperrt blieben, ſtarben nach 14 Tagen.

6. *Bemerkungen über die Blutigel, von Peek* *).

Will man Blutigel aufbewahren, ſo darf ma ihrer nur wenige in eine Acht-Unzen-Flaſche thun, und muſs man dieſe nur zu ⅓ mit Quellwaſſer anfüllen, und den Boden mit weiſsem Sande oder mit Moos bedecken. Sie haben keine andere Ausleerung, als durch Transpiration, und die Materie, welche ſie ausſchwitzen, ſetzt ſich an ihrem Körper in Geſtalt einer Haut feſt; dieſe würde daher ſehr bald ihre Poren verſtopfen und ſie tödten, gäbe man nicht dem Thiere Sand oder Moos, an dem es ſich von dieſer Haut befreien kann, welche man dann im Waſſer umher ſchwimmen ſieht. Der Hals der Flaſche muſs mit Blaſe überbunden werden, in die man mit einer Nadel Löcher ſticht. Quellwaſſer iſt den Blutigeln das zuträglichſte; alle Wochen müſſen ſie friſches bekommen, das aber

*) Philoſ. *Magaz.* 1809.

nicht viel kälter ſeyn darf, als das Waſſer, worin ſie ſich in der Flaſche befinden. Eine mittlere Temperatur iſt ihnen am angemeſſenſten.

Liegen die Blutigel am Boden des Glaſes ausgeſtreckt oder gewunden ohne Bewegung, ſo zeigt das im Sommer helles und ſchönes Wetter, und im Winter trockne Kälte an.

Halten ſie ſich im obern Theile des Waſſers auf, ſo regnet oder ſchneit es in den nächſten 24 Stunden.

Bewegen ſie ſich mit Schnelligkeit, ſo verkündet das Wind, und ſelten kommen ſie dann eher zur Ruhe, bis der Wind ſehr ſtark geworden iſt.

Hält ſich der Blutigel lange auſser dem Waſſer auf, und bemerkt man an ihm heftige und zuckende Bewegungen, welche beweiſen, daſs er ſtark leidet, ſo iſt ein Gewitter im Anzuge.

Will man einen Blutigel an einer Stelle der Haut ſich anſaugen laſſen, ſo muſs man dieſe mit Seifenwaſſer ganz rein waſchen. Iſt die Haut mit Salben oder Pflaſtern beſchmiert, ſo beiſst der Blutigel nicht an, oder wenn er es thut, ſo ſtirbt er. Stehn Haare an einer ſolchen Stelle, ſo muſs man ſie mit einem Raſirmeſſer dicht an der Haut abſcheren, damit ſie das Thier nicht beſchweren. Man legt dann den Menſchen ſo horizontal als möglich, thut ſo viel Blutigel, als zugleich ſaugen ſollen, in ein Glas, bringt den Rand deſſelben an die beſtimmte Stelle, und neigt es ein wenig. Das Glas hält ſie während des Saugens, und ſichert ſie vor

dem Herabfallen. Haben sie genug gesogen, so braucht man nur ein wenig Salz vor ihr Maul zu bringen; sogleich fallen sie ab, in das Glas zurück. Wenige grosse Blutigel wirken besser als viele kleine.

Man legt jeden Blutigel, der sich voll Blut gesogen hat, einzeln auf einen Teller, und streut auf das Maul desselben so viel fein geriebnes Küchensalz, als man zwischen zwei Fingern fasst. Nachdem er etwas in Betäubung gelegen hat, bricht er einen Theil des eingesognen Blutes fort. Man wiederholt dieses Verfahren so oft, bis er alles Blut von sich gegeben hat, muss dabei aber darauf sehen, dass das Salz mit keinem andern Theile als blos mit dem Maule in Berührung kömmt; denn es greift die Haut des Thieres an, und kann es tödten. Man kann dann den Blutigel in ein Gefäss mit Wasser thun; hat er keinen Schaden genommen, so bewegt er sich in dem Wasser lebhaft und scheint sehr munter zu seyn; ist er aber krank, so sinkt er zu Boden, und dann muss man ihn in einer Flasche mit Wasser allein aufheben, bis er wieder munter wird.

Diese Bemerkungen sind Resultate von vieljährigen Beobachtungen, und nicht ohne Werth, da die Blutigel nützlicher sind, als man gewöhnlich glaubt, ganz besonders in der gefährlichen Kinderkrankheit, die unter dem Namen Croup bekannt ist. Dass Blutigel, kurz nachdem sie Blut gesogen haben, nicht als Wetteranzeiger dienen können, brauche ich kaum zu erinnern. Sie sind dann häufig krank, und verbergen sich ganze Tage lang im Sande.

VII.

Eine neue Gasart

und Beantwortung des letzten Aufsatzes des Hrn. Murray über das oxygenirt-salzsaure Gas.

Von

John Davy.

Der Leser dieser Annalen wird sich aus St. 9., 1811., S. 84 erinnern, dass Hr. Murray in Edinburg in dem Februarhefte 1811. der physik. Zeitschrift Nicholson's die neue Lehre Humphry Davy's von der *Chlorine* zu widerlegen, und durch Schlüsse und Versuche darzuthun gesucht hat, das *oxygenirt-salzsaure Gas* sey eine Verbindung von Sauerstoff mit einer unbekannten Basis, die man Salzsäure nenne, und das *salzsaure Gas* eine Verbindung eben dieser Basis mit Wasser, — der gewöhnlichen Hypothese entsprechend. Die eben daselbst angekündigte Beantwortung dieses Aufsatzes durch John Davy, (den jüngern Bruder) erschien bald darauf. Herr Murray setzte ihr einen zweiten Aufsatz in Nicholson's *journal* Juni 1811. entgegen, worauf eine Replik von John Davy in dem Septemberstück und in der *Bibl. britann.* Oct. 1811. erschienen ist. Diese Replik giebt eine kurze Uebersicht der frühern Streitschriften, und erhält durch das Bekanntmachen einer neuen Gasart, durch die der Streit entschieden wird, ein ganz besonderes Interesse. Ich theile sie daher dem Leser hier in einer freien Uebersetzung mit.

Gilbert.

London, d. 9. Aug. 1811.

— — Hr. Murray hat durch die Erſcheinungen, welche entſtehen, wenn *oxygenirt-ſalzſaures Gas* und *gasförmiges Kohlenſtoff-Oxyd* auf einander einwirken, den Beweis vor ungefähr einem halben Jahre zu führen verſucht, daſs in dem erſtern Gas Sauerſtoff vorhanden ſey. Sind beide Gasarten gehörig getrocknet, ſo ſollen ſie, nach ihm, wenn ſie mit einander gemiſcht dem Sonnenlichte ausgeſetzt werden, ſich nicht verändern, wohl aber ſoll, wenn ihnen noch *Waſſerſtoffgas* zugeſetzt wird, dieſes geſchehen, und dabei *kohlenſaures Gas* gebildet werden. — Eben ſo ſoll nach ihm oxygenirtſalzſaures Gas, wenn es in hinreichender Menge dem *Schwefel-Waſſerſtoffgas* zugeſetzt wird, dem Schwefel Sauerſtoff abtreten, und ihn in *ſchweflige Säure* oder ſelbſt in *Schwefelſäure* verwandeln können. — Er ſah ſich indeſs gezwungen, um dieſe Veränderungen, welche er der Gegenwart des *Waſſerſtoffs* zuſchreibt, zu erklären, gegen alle Analogie anzunehmen, das ſalzſaure Gas ſey eine Verbindung nicht nach feſten, ſondern nach unbeſtimmten Miſchungs-Verhältniſſen, in welchen allen es die Eigenſchaft des gewöhnlichen ſalzſauren Gas beſitze, mit dem man bis jetzt allein Verſuche angeſtellt habe.

Hier im kurzen die Thatſachen, welche ich dieſer Vertheidigung der gewöhnlichen Hypotheſe entgegen zu ſetzen verſucht habe.

Zuerſt that ich dar, daſs wenn das *oxygenirtſalzſaure Gas* und das *Schwefel-Waſſerſtoffgas*

beide gehörig getrocknet ſind, in ihrer Einwirkung auf einander nichts als *ſalzſaures Gas* und Thomſon's *ſchwefelhaltige Flüſſigkeit* entſtehn, und daſs Hr. Murray Schwefelſäure bloſs deshalb erhielt, weil er das Waſſer nicht ausgeſchloſſen hatte.

Darauf entdeckte mein Bruder Humphry Davy eine *neue Gasart*, welche bei demſelben Verfahren entſteht, durch das Hr. Thomſon kohlenſaures Gas erhalten zu haben behauptet; dieſes Gas hatte, ſagt er, die Eigenſchaft, das *gasförmige Kohlenſtoff-Oxyd* in *Kohlenſäure* zu verwandeln, weil es eine Verbindung von oxygenirt-ſalzſaurem Gas mit Sauerſtoff war *).

Endlich ſchien es mir, daſs wenn man bedenke, wie ſchwierig es ſey, alle Feuchtigkeit bei dieſen Verſuchen gänzlich auszuſchlieſsen, man keineswegs berechtigt ſey anzunehmen, daſs das oxygenirt-ſalzſaure Gas das gasförmige Kohlenſtoff-Oxyd beim Detoniren beider mit Waſſerſtoffgas in kohlenſaures Gas verwandle. Denn als ſo z. B. 10 Maas gasförmiges Kohlenſtoff-Oxyd mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas und mit Waſſerſtoffgas vermiſcht und durch den elektriſchen Funken entzündet wurden, verſchwanden in der Mengung nur 2 Maas, und blieben 8 Maas reines gasförmiges Kohlenſtoff-Oxyd zurück. Bedenkt man, daſs die ganze Menge aller drei Gasarten, womit operirt wurde, in dieſem Fall nur $\frac{1}{2}$ Kubikzoll betrug, und daſs $\frac{1}{5}$ Grain Waſſer Sauerſtoff genug enthält, um unge-

*) Humphry Davy's *Euchlorine*, vergl. *Annal.* St. 9. *1811.* od. B. 8. S. 90. *Gilbert.*

fähr 4 Kub. Zoll gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd in kohlensaures Gas verwandeln zu können, so wird man dieses Resultat sehr genügend finden.

Hr. Murray ist anderer Meinung. Er sieht in seinem letzten Aufsatze (in dem Junihefte des Nicholson'schen Journals 1811) das Verschwinden von 2 Maas gasförmigem Kohlenstoff-Oxyde als einen Beweis an, dass das oxygenirt-salzsaure Gas eine Verbindung einer unbekannten Basis mit Sauerstoff sey, giebt das Detail eines Versuchs mit den drei gemischten Gasarten, bei dem er sich reines oxygenirt-salzsauren Gas bedient hat, und schliesst daraus, die Erzeugung von kohlensaurem Gas in diesem Versuche sey nunmehr ausser allen Zweifel gesetzt.

Folgendes ist das Detail des Versuchs, u. Hrn. Murray's Beweis, dass darin kohlensaures Gas entsteht: Er setzte ein Gemisch von 1 Maas *gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd*, 1 Maas *Wasserstoffgas* und 2 Maas *oxygenirt-salzsaurem Gas* dem Sonnenlichte aus. Nach 36 Stunden liess er Ammoniakgas zusteigen, um die Sättigung zu vollenden; und da er fand, dass der gröste Theil des gasförmigen Kohlenstoff-Oxyds verschwunden war, und dass ein Theil der entstandnen Ammoniak-Salze die Eigenschaft hatte, mit verdünnter Salpetersäure aufzubrausen, so zog er daraus sogleich den Schluss: „das Entstehen von Kohlensäure in diesem Versuch sey entscheidend dargethan, und lasse nicht mehr den geringsten Zweifel zu."

Allein ich kann nunmehr das Vorhandenseyn einer *neuen Gasart* ankündigen, welche in Hrn.

Murray's Verſuche wirkte, ohne daſs er ſie wahrnahm, und welche die Erſcheinungen hervorbrachte, die er mit Unrecht einer Bildung von kohlenſaurem Gas zuſchreiben will.

Ich hatte ſeinen hier beſchriebenen Verſuch wiederholt, und konnte, nachdem das Ammoniak zugeſetzt war, keine Spur von gasförmigem Kohlenſtoff-Oxyd in dem Gasrückſtande finden; das entſtandne Ammoniakalſalz brauſte, wie er es angiebt, mit verdünnter Salpeterſäure. Dieſes veranlaſste mich, ſeinen Verſuch mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas und gasförmigem Kohlenſtoff-Oxyd, ohne Zuſatz von Waſſerſtoffgas, zu wiederholen; und beide gaben, gemiſcht und dem Sonnenlichte ausgeſetzt, daſſelbe Reſultat, d. h. eine vollkommne Condenſirung durch Ammoniak, ohne daſs die kleinſte Spur von gasförmigem Kohlenſtoff-Oxyde zurückblieb. Dadurch war alſo dargethan, daſs das oxygenirt-ſalzſaure Gas wirklich auf das gasförmige Kohlenſtoff-Oxyd einwirkt, welches Herr Murray geläugnet hatte.

Ich ſuchte nun die *Natur des Gas*, welches durch dieſe Verbindung entſteht, genauer kennen zu lernen, und bei dieſen meinen Verſuchen war Hr. Brande gegenwärtig.

Der atmoſphäriſchen Luft zugeſetzt, trübt es dieſe nicht. Es hat einen erſtickenden und unerträglichen Geruch; iſt farbenlos; wirkt nicht auf das Queckſilber, und wird vom Waſſer ſehr langſam eingeſogen.

Wir schlossen aus diesen Eigenschaften sogleich, dass es eine eigenthümliche und neue *Verbindung von Kohlenstoff-Oxyd mit oxygenirt-salzsaurem Gas* sey; und diese Meinung hat sich bei der genauern Untersuchung des Gas vollkommen bestätigt gefunden. Ich werde das Detail meiner Versuche in kurzem der königl. Societät mittheilen, und begnüge mich, hier nur die allerausgezeichnetsten Eigenschaften dieser neuen Verbindung bekannt zu machen.

Dieses Gas entsteht in 2 oder 3 Minuten, wenn man gleiche Volumina gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd und oxygenirt-salzsaures Gas in einer Röhre über trocknes Queckssilber zusammenbringt, und in das Sonnenlicht, oder auch nur in das Tageslicht setzt. Beide verdichten sich miteinander, und dabei vermindert sich ihr voriges Volumen genau auf die Hälfte. Dieses neue Gas ist daher unter allen bekannten das dichteste, das einzige flussaure Gas ausgenommen.

Es hat die Eigenschaften einer Säure in einem ausgezeichneten Grade; röthet die Lackmustinktur; verbindet sich mit dem Ammoniak, und hat eine so grosse Sättigungs-Capacität, dass es fast das 4fache seines eignen Volums an Ammoniakgas condensirt, und damit ein vollkommen neutrales, zerfliessbares und im Wasser sehr auflösliches Salz bildet. Zu dem trocknen Ammoniak hat es eine so starke Verwandtschaft, dass es das kohlensaure Ammoniak zersetzt, und dass die Essigsäure das Ammoniak demselben nicht zu entziehn vermag.

Herr Murray ist dadurch getäuscht worden, dass verdünnte Salpetersäure dieses Ammoniaksalz mit Aufbrausen zersetzt. Es wird nämlich hierbei das Wasser zersetzt, indem die oxygenirte Salzsäure des Gas sich des Wasserstoffs bemächtigt, um sich damit in gewöhnliche Salzsäure zu verwandeln, und das Kohlenstoff-Oxyd sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu Kohlensäure verbindet, die in Gasgestalt entweicht. Dieses muss jedem einleuchten, wenn man bedenkt, dass das neue Gas, wenn es einzeln mit Sauerstoffgas oder mit Wasserstoffgas vermengt wird, durch den elektrischen Funken sich nicht entzünden lässt, dagegen heftig detonirt, wenn man es einem in gehörigem Verhältniss gemachten Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zusetzt *), und dass es dann salzsaures Gas und kohlensaures Gas und nichts weiter hervorbringt.

Die Wirkung verschiedner Metalle und ihrer Oxyde auf dieses Gas beweist ebenfalls, dass es eine Verbindung aus gleichen Voluminibus gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd und oxygenirt-salzsaures Gas ist, die bis auf die Hälfte ihres Volumens sich verdichtet haben. Wenn man so z. B. *Zinn, Zink* oder *Spiessglanz* in diesem Gas in kleinen Glasröhren über Queckslber erhitzt, so wird das Gas schnell zersetzt, und in allen diesen Fällen erscheint gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd, welches genau dasselbe Volumen hat, als das zersetzte Gas, und es bleibt als

*) D. h. unstreitig in dem Verhältniss von 1 Maass Sauerstoffgas auf 2 Maass Wasserstoffgas, in welchem sie sich mit einander zu Wasser verbinden. *Gilbert.*

Rückſtand eine Verbindung des angewendeten Metalls mit oxygenirter Salzſäure, welche genau der gleich iſt, die man durch Verbrennen deſſelben Metalls in reinem oxygenirt-ſalzſaurem Gas erhält.

Dieſelbe Zerſetzung läſst ſich auch mit *Zinkoxyd* und mit *Spieſsglanzoxyd* bewirken. In beiden Fällen erhält man kohlenſaures Gas, und im erſtern eine Verbindung von Zink und oxygenirt-ſalzſaurem Gas, im letztern, wenn man das ſchmelzbare Oxyd im Minimo genommen hat, Spieſsglanzbutter und unſchmelzbares Spieſsglanzoxyd im Maximo; ein Beweis, daſs auch im erſten Fall das Zinkoxyd den zur Bildung der Kohlenſäure nöthigen Sauerſtoff hergiebt, und nicht das oxygenirt-ſalzſaure Gas.

Dieſes ſind einige der Hauptumſtände, unter welchen ſich das neue Gas bildet. Da es die Lakmustinktur röthet und die Ammoniak-Salze zerſetzt, muſs man es als aus zwei acidifirenden Principien, die an Eine brennbare Baſis gebunden ſind, beſtehend betrachten *).

Hr. Murray wird, wenn er dieſe Thatſachen bedenkt, nicht mehr behaupten wollen, „daſs die „Erzeugung der Kohlenſäure in ſeinem Verſuche „keinem Zweifel unterworfen ſey,“ vielmehr zugeben, daſs das, was er für kohlenſaures Gas hielt, nichts anders war, als die hier beſchriebene neue Gasart. Wir ſehn hier ein Beiſpiel, welchen Nachtheil es hat, für irgend eine Hypotheſe allzuſehr eingenommen zu ſeyn, und daſs Baco ſehr mit

*) Nämlich aus Sauerſtoff und Chlorine an Kohlenſtoff gebunden. Gilbert.

Recht gesagt hat: *Quod mavult homo esse verum id facile credit.*

Ich habe in meinem vorigen Aufsatze bemerkt, dafs beim Detoniren einer Mengung von *Kohlen-Wasserstoffgas* und oxygenirt-salzsaurem Gas kein kohlensaures Gas entsteht, und dieses dem Umstande zugeschrieben, dafs Kohlenstoff in Substanz niedergeschlagen wird. Ich habe denselben Versuch mit *öhlerzeugendem Gas* und mit *Kohlen-Wasserstoffgas* gemacht, welches man durch Zersetzung von essigsaurem Kali durch Hitze erhält. Hr. Murray sagt, er habe diesen Versuch, bei dem ich gleichfalls irregeführt worden sey, wiederholt. Allein er nahm dazu das durch Destillation aus nassen Kohlen entbundene Gas, und man mufs sich verwundern, wie es ihm unbekannt geblieben ist, dafs der Dr. Henry dargethan hat, dafs dieses Gas eine Mengung von Kohlen-Wasserstoffgas und gasförmigem Kohlenstoff-Oxyde ist *); daher zu erwarten war, dafs es beim wiederholten Durchsteigen mit oxygenirt-salzsaurem Gas durch Kalkwasser, Kohlensäure bilden würde, wie er es gefunden hat, und wie man es immer findet, wenn man auf die nämliche Weise eine Mengung reines gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd und oxygenirt-salzsaures Gas behandelt.

*) Die Abhandlung des Dr. Henry, welche hier gemeint ist, wird in einem der folgenden Hefte dieser Annalen erscheinen. Uebrigens ist, was hier Kohlen-Wasserstoffgas genannt wird, nicht das wahre, sondern Sauerstoff haltendes Kohlen-Wasserstoffgas. *Gilbert.*

Fig. 1.

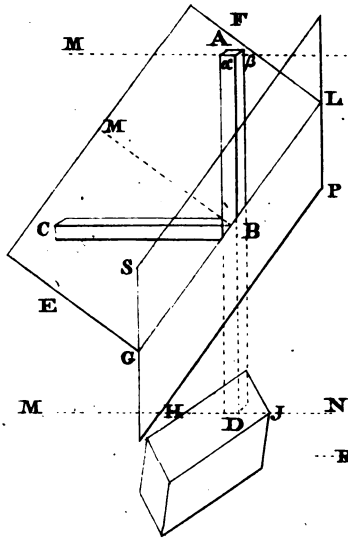
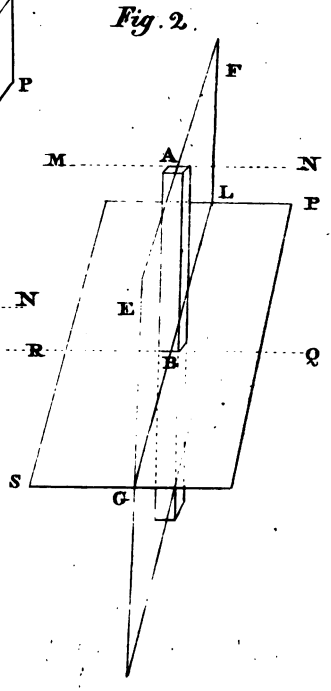


Fig. 2.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1812, DRITTES STÜCK.

I.

Die Blauſäure, die flüchtigſte aller Flüſſigkeiten, und Verdunſtungskälte, welche ſie erregt;

von

GAY-LUSSAC, Mitgl. d. Inſt.

(Vorgeleſen im Inſtit. am 4. Febr. 1811.)

Seit der Entdeckung der Blauſäure durch Scheele, und ſeit den Arbeiten Berthollet's und Clouet's über ſie, haben wir nichts von Belang über die Natur dieſer Säure erhalten. Zwar iſt ſie nicht blos zerſetzt, ſondern auch durch Uebertreiben von Ammoniakgas über glühende Kohlen wieder zuſammengeſetzt worden; bis jetzt hatte man ſie aber noch nicht völlig rein dargeſtellt, und es war unbekannt, in welchem Zuſtande ſie ſich dann befindet. Ich habe mich bemüht, dieſes auszumitteln, und werde hier den Beweis führen, daſs die Blauſäure *keine* permanent-elaſtiſche Flüſſigkeit iſt, wohl aber im tropfbaren Zuſtande ſelbſt den

Schwefel-Aether an Flüchtigkeit übertrifft. Sie ſiedet nämlich [unter dem gewöhnlichen Luftdrucke] ſchon bei einer Wärme von 26°,5 der Centeſimalſkale (21°,2 R.); und in Temperaturen von 20 bis 26° C. dilatirt ſie die Luft oder die Gasarten, mit denen ſie in Berührung iſt, ſo bedeutend, daſs ſie ihnen ihre Eigenſchaften mittheilt, ſo daſs es dann ſcheint, man habe es mit der Blauſäure in einem permanent-elaſtiſchen Zuſtande zu thun.

Ich wünſchte zum Behuf andrer Unterſuchungen zu wiſſen, ob ſich die Blauſäure in dem Zuſtande eines Gas erhalten läſst, und verſuchte zu dem Ende blauſaures Queckſilber durch Salzſäure zu zerſetzen, wie das Hrer Prouſt gelehrt hat. Nachdem die Luft der Gefäſse übergegangen war, verbreitete ſich ein heftiger Geruch nach Blauſäure, und nun fing ich das Gas, welches ſich entband, in Glocken über Queckſilber auf. Ich erhielt auf dieſe Art mehrere Glocken voll einer brennbaren und ſtark riechenden elaſtiſchen Flüſſigkeit, welche Blauſäure in Gasgeſtalt zu ſeyn ſchien. Beim Fortgange der Operation bemerkte ich aber, daſs Tropfen einer Flüſſigkeit eigner Art durch das Queckſilber in den Glocken anſchwammen, und, ſobald ſie die Oberfläche des Queckſilbers erreicht hatten, den Gaszuſtand annahmen, und das Queckſilber bedeutend ſinken machten. Die Temperatur war damals 20° C. Am andern Tage, als die Temper. nur 12° C. war, hatte ſich das Gasvolumen ſehr vermindert, und es erſchien tropfbare Flüſſigkeit ſelbſt in Glocken,

in denen sie zuvor nicht gewesen war. Dieses liefs mich nicht mehr daran zweifeln, dafs die Blausäure eine sehr flüchtige tropfbare Flüssigkeit ist, und es glückte mir endlich, sie als solche wirklich zu erhalten, nach manchen fruchtlosen Versuchen, die ich hier übergehe; und zwar auf folgende Weise:

Ich that blausaures Queckfilber in eine Tubulat-Retorte, kittete an den Hals derselben eine gekrümmte Röhre, deren längerer Schenkel in eine kleine tubulirte Mittelflasche herabging, welche Kreide und salzsauren Kalk enthielt, um Salzsäure und Wasser, die übergehn würden, zurück zu halten; verband diese Flasche durch eine gekrümmte Röhre mit einer zweiten Mittelflasche voll salzsauren Kalk, und diese mit einer dritten Flasche mit eingeriebnem Stöpsel, welche bestimmt war, die Blausäure in sich aufzunehmen. Alle drei Flaschen wurden mit einer Frostmischung aus 2 Theilen Eis und 1 Theil Salz umgeben. Als der Apparat eingerichtet war, goss ich schwach rauchende Salzsäure in die Retorte und gab mäfsige Wärme. Das blausaure Kali löste sich bald auf, und die Flüssigkeit schien zu kochen. In der That stiegen aus ihr Dämpfe auf, welche sich zum Theil aber schon in dem Halse der Retorte verdichteten und Streifen gleich dem Alkohol bildeten. Sobald Wasser überzugehn anfing, unterbrach ich die Operation. Zwar läfst sich auch dann noch Blausäure überdestilliren, doch ist es besser, das erste Product allein zu behalten und dann den Procefs fortzusetzen.

Gewöhnlich condenſirt ſich alle Blauſäure in der erſten Mittelflaſche. Iſt kein Waſſer übergegangen, ſo behält der ſalzſaure Kalk, der in ihr befindlich war, die feſte Geſtalt. Hat ſich dagegen Waſſer mit eingefunden, ſo erhält man zwei ſehr verſchiedne Flüſſigkeiten über einander ſtehend; nämlich zu unterſt eine Auflöſung von ſalzſaurem Kalk in Waſſer, und darüber Blauſäure, welche in der erſten Flaſche gemeiniglich etwas farbig erſcheint. Will man ſie rectificiren, ſo braucht man nur, ſobald man mit dem Uebertreiben aufhört, aus der erſten Mittelflaſche die Röhre herauszuziehn, welche ſie mit der Retorte in Verbindung ſetzt, den Tubulus genau zuzupfropfen, und nachdem man die Froſtmiſchung von der erſten Flaſche weggenommen hat, dieſe Flaſche ein klein wenig, entweder in einem Waſſerbade oder mittelſt glühender Kohlen, doch nicht über 30 bis 35° C., zu erhitzen. Die Blauſäure wird aus ihr in dieſer Wärme in die zweite Flaſche übergetrieben. Iſt dieſe Deſtillation geendigt, ſo nimmt man die erſte Flaſche weg, läſst die Blauſäure mit dem ſalzſauren Kalk der zweiten Flaſche einige Stunden lang in Berührung, und treibt dann die Blauſäure mittelſt wenig Wärme in die dritte Flaſche über. Iſt dieſes geſchehen, ſo iſt die Rectification vollendet.

Die auf dieſe Art dargeſtellte Blauſäure iſt eine farbenloſe und klare Flüſſigkeit, wie Waſſer. Ihr Geſchmack iſt anfangs friſch, wird aber bald

ſcharf und reizend. Auch wenn man ſie mehrmals über Kreide rectificirt hat, röthet ſie noch immer ſchwach das Lackmuspapier, deſſen Blau aber wiedererſcheint, wenn die Säure allmählig verfliegt. Bei 7° C. (5°,6 R.) iſt ihr ſpecif. Gewicht 0,70583. Sie iſt ſehr flüchtig, denn ſie kocht ſchon bei 26°,5 der Centeſimal-Skale [unſtreitig bei dem gewöhnlichen Luftdrucke]; bei 10° C. hält ihr Dampf einer Queckſilberſäule von 0,38 Meter (14 par. Zoll) das Gleichgewicht; und bei 20° C. Wärme verfünffacht ſie das Volumen der Luft, oder der Gasarten, mit denen ſie in Berührung geſetzt wird *). Will man daher nicht ſehr viel von ihr verlieren, ſo darf man ſie nicht in der Luft aus einem Gefäſs in ein anderes gieſsen, und dieſes macht den Gebrauch des Apparats, den ich beſchrieben habe, nothwendig. Man begreift auch hieraus, woher einige Chemiker zu der Behauptung gekommen ſind, die Blauſäure laſſe ſich in dem Zuſtande eines permanent elaſtiſchen Gas erhalten.

Blauſäure, die man der Kälte einer Froſtmiſchung aus 2 Theilen Eis und 1 Theil Salz ausſetzt, kömmt jedesmal zum Gefrieren, und nimmt dabei oft eine regelmäſsige Geſtaltung an; ich habe einigemal Kryſtalle erhalten, welche denen

*) Der reinſte Schwefel-Aether hat nach Hrn. von Sauſſure bei 16° R. Wärme das ſpecif. Gewicht 0,717, und dilatirt die Luft bei 18° R. um das 2,63fache ihres Volums. S. dieſe *Annal.* B. 29. S. 118 f. *Gilbert.*

des faſrigen ſalpeterſauren Ammoniaks glichen. Bei —15° C. (— 12° R.) blieben ſie feſt, in höheren Temperaturen wurden ſie wieder flüſſig.

Auf der groſsen Flüchtigkeit dieſer Säure und auf ihrer Eigenſchaft, bei —15° C. zu gefrieren, beruht eine ſehr auffallende Erſcheinung. Ein Tropfen Blauſäure, der an dem Ende einer Glasröhre hängt, oder den man noch beſſer auf ein Stückchen Papier bringt, gefriert im Augenblicke. Dieſes iſt, ſo viel ich weiſs, das einzige Beiſpiel ſeiner Art, daſs eine Flüſſigkeit vermöge der durch ihre eigne Verdunſtung erregten Kälte gefriert; denn unter den übrigen ſehr flüchtigen Flüſſigkeiten gefriert keine in einer Temperatur, die der des Eispunkts ſo nahe iſt.

Ich habe die chemiſchen Eigenſchaften der ſo bereiteten Blauſäure ſtudirt, und werde die vornehmſten derſelben in einer beſondern Abhandlung bekannt machen.

II.

Dritte Fortsetzung des Versuchs,

die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind,

von

Jacob Berzelius,

Prof. der Medic. u. Pharm. und Mitgl. der Königl. Akad. der Wiss. zu Stockholm.

Die Gesetze der Verbindungen des Wassers, und der Bildung der basischen Salze und der Doppelsalze enthaltend; sammt den Resultaten der ganzen Untersuchung *).

Ich habe in meiner Abhandlung und in den beiden Fortsetzungen derselben die Meinung geäufsert, das *Wasser* vertrete in den Säuren die Stelle der Basen und in den Basen die Stelle der Säuren; auch habe

*) Ein zugleich mit der zweiten Fortsetzung von dem Herrn Verfasser mir zur Bekanntmachung anvertrauter, von ihm deutsch geschriebener Original-Aufsatz, der sich gleichfalls unmittelbar an die Erste Fortsetzung, *Annal.* J. 1811. St. 6. od. N. F. B. 8. S. 161., anschliefst, und durch das hohe Interesse der darin verhandelten Materien vorzügliche Aufmerksamkeit zu verdienen scheint. Vergl. *Ann. N. F.* B. 6. S. 176. und oben S. 175. Anm. G.

ich als Vermuthung, zu der mich das von mir aufgefundene Geſetz der Bildung der unorganiſchen Körper berechtige, den Satz aufgeſtellt, daſs die Salze des *Kryſtallwaſſers* ſtets ſo viel enthalten, daſs der Sauerſtoff deſſelben entweder ein *Multiplum* oder ein *Submultiplum*, nach einer ganzen Zahl, von dem in der Baſis des Salzes enthaltenen Sauerſtoff ausmache *). Ich will mich bemühen, durch die in dieſer Abhandlung zu beſchreibenden Verſuche über dieſe Materie ein helleres Licht zu verbreiten. Die ausnehmende Schwierigkeit, völlig genau zu beobachten, und die Unmöglichkeit, meine Ideen über die Zuſammenſetzung des Waſſerſtoffs ſchon jetzt entſcheidend zu prüfen, ſollten mich vielleicht abgehalten haben, mehrere derſelben mitzutheilen; zu ſtrenge Forderungen einer nicht zu erreichenden

*) *Annalen* a. a. O. S. 225. Anm. Davy's Verſuche hatten mir gedient, darzuthun (*Annal.* B. 37. S. 459.), daſs die gasförmige Salzſäure eine ſolche Menge Waſſer enthält, daſs der Sauerſtoff deſſelben genau hinreicht, die Menge Metall zu oxydiren, welche erforderlich iſt, um mit der waſſerfreien Salzſäure ein neutrales Salz hervorzubringen; das nämliche hat Hr. Gay-Luſſac in ſeiner vortrefflichen Abhandlung über die Verbindungen der Gasarten unter einander (*Annal.* B. 36. S. 16. f.) von dem Sauerſtoffgehalt der Baſen in Neutralſalzen bewieſen. Ein anderer Verſuch hatte mich belehrt, daſs die Schwefelſäure durch Kochen nur ſo lange ſtärker concentrirt werden kann, bis das rückſtändige Waſſer nur noch ein Drittel ſo viel Sauerſtoff als die Schwefelſäure enthält, das heiſst, bis die Menge des Sauerſtoffs im Waſſer derjenigen gleich iſt, welchen eine zur Sättigung der nämlichen Menge Schwefelſäure erforderliche Menge einer Baſis enthält. Die Zuſammenſes-

Vollkommenheit haben uns indeſs ſchon um manche nützliche Arbeit gebracht, welche von mehreren gepflegt, der Wiſſenſchaft von Gewinn geweſen ſeyn würde.

Ehe ich die Erzählung dieſer Verſuche anfange, will ich einige allgemeine Bemerkungen vorausſchicken über einige Gegenſtände, die mit ihnen in naher Beziehung ſtehen. Und zwar zuerſt etwas über die *Unmöglichkeit, einige Säuren für ſich darzuſtellen.*

Durch die trefflichen Verſuche der HH. Gay-Luſſac und Thenard wiſſen wir, daſs ſich die Salzſäure von den Körpern, mit denen ſie verbunden iſt, nicht trennen läſst, ſo oft es an Waſſer fehlt, womit ſie ſich im Entſtehungs-Augenblick verbinden kann. Die Folgerungen ſind bekannt, welche der berühmte Davy hieraus gezogen hat *).

zung des Waſſers hatte ich bei dieſen Berechnungen ſo angenommen, wie ſie mir diejenige von meinen (*Ann.* B. 37. S. 461.) mitgetheilten Analyſen gegeben hatte, welche mit der von Biot und Arago gemachten Wägung der Gasarten übereinſtimmte, nämlich in 100 Gewichtstheilen zu 11¾ Th. Waſſerſtoff und 88¼ Th. Sauerſtoff. Herr Gay-Luſſac nimmt ſie in ſeiner erwähnten Abhandlung (a. a. O. S. 86.) an zu 13¾ Th. Waſſerſtoff und 86¼ Th. Sauerſtoff, ohne doch ein anderes Gewicht der beiden Gasarten, als das von Biot und Arago gefundene, anzugeben. Man leſe darüber das nach, was ich in der zweiten Fortſetzung meiner Abhandlung, oben S. 175. in einer Anmerkung geſagt habe. *Berzelius.*

*) In ſeinen Abhandlungen über die Chlorine, welche der Leſer im vorigen Bande dieſer *Annalen* S. 1. f. gefunden hat. *Gilbert.*

Da an einer richtigen Anſicht dieſer Sache ſehr viel gelegen iſt, ſo wollen wir uns ein wenig nach [redacted] Verhalten anderer Säuren unter ähnlichen Um[redacted] den umſehn.

Der *Schwefel* beſitzt, wie wir Veranlaſſung haben zu glauben *), 4 Oxydations-Stufen. Den erſten und zweiten kennen wir nur in Verbindung mit Salzſäure; der dritte iſt die ſchweflige Säure und der vierte die Schwefelſäure. Kein Chemiker hat jemals waſſerfreie Schwefelſäure hervorgebracht, und wer ſie zu erhalten verſucht, wird immer ſchweflige Säure bekommen. Wenn man z. B. Schwefel in völlig trocknem Sauerſtoffgas verbrennt, ſo wird nur eine ſehr kleine Spur von Schwefelſäure gebildet, die allein durch Vermittelung des im Schwefel befindlichen Waſſerſtoffs entſteht, welcher Waſſer erzeugt. Trocknet man ſchwefelſaures Eiſenoxyd oder Alaun mit hinlänglicher Sorgfalt, und verſucht die Schwefelſäure aus ihnen durch Hitze auszutreiben, ſo erhält man Sauerſtoffgas und ſchweflige Säure, ohne daſs ſich eine Spur von Schwefelſäure verdichtet; läſst man aber Waſſerdämpfe über dieſe erhitzten Salze fortſteigen, ſo erhält man ſogleich in der Vorlage condenſirte Schwefelſäure. Es iſt auf der andern Seite bekannt, daſs, wenn man ſchwefelhaltige Salzſäure in Waſſer wirft, ſchweflige Säure entbunden wird, und wiederher-

*) Der Herr Verfaſſer hat dieſes in der Zugabe zu ſeiner Abhandlung, in dieſen *Annal.* N. F. B. 37. S. 468. wahrſcheinlich zu machen geſucht. *Gilbert.*

geſtellter Schwefel ſich niederſchlägt. Wir können alſo mit Sicherheit annehmen, daſs von den vier nun bekannten Oxydations-Stufen des Schwefels nur eine einzige, die ſchweflige Säure, für ſich darſtellbar iſt.

Auch die *Salpeterſäure* läſst ſich nicht ohne Waſſer darſtellen. Verſucht man es, ſo wird man nichts als Sauerſtoffgas und ſalpetrige Säure erhalten. Kommen aber dieſe Gasarten über Waſſer mit einander in Berührung, ſo wird die aufgehobene Verwandtſchaft zwiſchen der ſalpetrigen Säure und dem Sauerſtoff wieder wirkſam, und es entſtehet eine Verbindung von Salpeterſäure und Waſſer. Die Salpeterſäure beſteht alſo nicht für ſich, ſondern es iſt dazu die Gegenwart eines zweiten oxydirten Körpers unentbehrlich. Wäre nun die Salpeterſäure keiner niedrigeren, für ſich darſtellbaren Oxydations-Stufe fähig, und wäre die Verwandtſchaft des Sauerſtoffs zu ihrem Radicale ſehr groſs, ſo würde, wie man leicht einſieht, es ganz unmöglich ſeyn, dieſe Säure mit einer waſſerfreien, wenn auch weit kräftigeren, Säure aus einer Verbindung durch Hitze auszutreiben; denn es würden ſich in dieſem Falle zwei groſse Verwandtſchaften gegen die einzige der waſſerfreien Säure entgegenſtellen, nämlich die Verwandtſchaft der Salpeterſäure zur Baſis der Verbindung und die Verwandtſchaft des Sauerſtoffs zum Radical der Säure, welche beide aufgehoben werden müſsten, wenn die Trennung vor ſich gehn ſollte. Nun iſt

aber nicht ſelten die Verwandtſchaft eines Radicals zum Sauerſtoff eine unvergleichlich gröſsere Kraft, als die einer Säure zu einer Baſis. Es iſt alſo ſehr natürlich, daſs eine Säure, welche für ſich nicht darſtellbar iſt, und deren Radical eine ſehr groſse Verwandtſchaft zum Sauerſtoff hat, nicht ohne Dazwiſchenkunft von Waſſer, oder von irgend einem andern oxydirten Körper, (welcher die Stelle der Baſis vertritt,) aus ihren Verbindungen getrennt werden kann.

Gerade dieſes iſt mit der *Salzſäure* der Fall, und ſie hat daher die Eigenſchaften, welche den ſcharfſinnigen Davy zu ſeinen gegen unſere jetzigen Begriffe ſtreitenden Ideen von dieſer Säure geführt haben, mit der Schwefelſäure, der Salpeterſäure, und, wie wir unten ſehen werden, noch mit mehreren andern Säuren gemein. Die Verſuche, welche man zur Zerlegung der Salzſäure angeſtellt hat, beweiſen, daſs das Radical dieſer Säure, wenn auch nicht unter allen bekannten Körpern die gröſste, doch auf jeden Fall eine vorzüglich groſse Verwandtſchaft zum Sauerſtoff beſitzt. Wenn wir aber geglühetes ſalzſaures Natron mit geſchmolzener Boraxſäure in der Glühehitze zu zerlegen verſuchen, ſo ſetzen wir die ſchwache Verwandtſchaft zwiſchen der Boraxſäure und dem Alkali der weit ſtärkern Verwandtſchaft der Salzſäure zum Alkali und zugleich der unendlich gröſsern Verwandtſchaft des Radicals der Säure zum Sauerſtoff entgegen.

Dafs hier keine Trennung der Salzfäure von der Basis möglich ift, erhellet hieraus aufs deutlichfte.

Wenn ferner der berühmte Davy, in feinen Verfuchen über das *oxygenirt-falzfaure Gas*, diefes Gas durch Kohlen, die er eine Stunde lang darin glühend erhielt, zu zerfetzen hoffte, fo würde diefes vorausfetzen, dafs die Kohle eine gröfsere Verwandtfchaft zu dem Sauerftoff als das Radical der Salzfäure befitze. Denn läfst fich die Salzfäure für fich nicht darftellen, fo hatte die Kohle in Davys Verfuch nicht die kleine Portion Sauerftoff, welche die oxygenirte Salzfäure mehr als die gemeine Salzfäure enthält, von dem Radical zu trennen, fondern die ganze in der Verbindung befindliche Menge von Sauerftoff abzufcheiden. Nun hat aber die Kohle eine weit geringere Verwandtfchaft zu dem Sauerftoff, als das Radical der Salzfäure; diefer Verfuch kann alfo nicht als ein gültiger Beweis angefehen werden, dafs die oxygenirte Salzfäure keinen Sauerftoff enthalte. Ich hoffe, man wird die Richtigkeit des Angeführten deutlich einfehen.

Eine zweite vorläufige Bemerkung betrifft das *Kryftallwaffer der Salze:*

Wenn man einen Körper in feiter Form, der Waffer in feiner Mifchung enthält, unterfucht, darf man nicht aus der Acht laffen, dafs er das Waffer auf zweierlei Weife in fich fchliefsen kann: entweder chemifch gebunden als einen integrirenden Beftandtheil, oder in den Zwifchenräumen einer grö-

fsern zuſammenhängenden Maſſe nur mechaniſch eingeſchloſſen. Das Innere der Salzkryſtalle iſt kein völliges Continuum, ſondern von ganz kleinen, ungleich geſtalteten Poren unterbrochen, in welchen der Kryſtall eine kleine Menge der Mutterlauge, aus der er angeſchoſſen iſt, einſchlieſst. Dieſes iſt die Urſache, warum regelmäſsige Salzkryſtalle, ungeachtet ſie ihre Entſtehung einer Kraft verdanken, welche ſie aus aller chemiſchen Verbindung mit den in der Auflöſung noch rückſtändigen Körpern ſcheidet, doch immer eine kleine Menge von den fremden Stoffen der Mutterlauge enthalten, man mag die Oberfläche noch ſo wohl abwaſchen. Der rohe Salpeter z. B., welcher aus der erſten Lauge anſchieſst, giebt braungelbe Kryſtalle. Der Salpeter iſt aber weder mit dem farbigen Extractivſtoff, noch mit dem ſalzſauren Alkali, welche man darin antrifft, chemiſch verbunden. Durch ein Vergröſserungsglas ſieht man deutlich, daſs das weiſse Salz eine gelbe Materie in ſeinen Poren einſchlieſst; und das nämliche muſs auch mit den nicht färbenden Unreinigkeiten der Fall ſeyn. Je unreiner die Mutterlauge iſt, je mehr muſs alſo der darin gebildete Anſchuſs mit fremden Körpern beladen ſeyn; und das Reinigen durch wiederholte Kryſtalliſation gründet ſich darauf, daſs das aufs neue anſchieſsende Salz eine mit immer weniger fremden Stoffen beladene Mutterlauge mechaniſch einſchlieſst. Ein groſser Kryſtall umſchlieſst in ſeinen Poren verhältniſsmäſsig mehr Mutterlauge, als ein kleiner, und

je kleiner der Kryſtall iſt, deſto freier iſt er von Mutterlauge. In den Zuckerraffinerien z. B. iſt der Syrup, welchen man, um weiſsen Huthzucker hervorzubringen, unter ſtetem Umrühren in ſehr kleinen Körnern kryſtalliſiren läſst, nicht ſelten mehr gefärbt, als der, von welchem der Zuckerkand unter langſamer Abdunſtung in groſsen gelben oder wohl gelbbraunen Kryſtallen anſchieſst; wovon die Urſache aus dem, was hier geſagt worden, in die Augen fällt. Eben ſo hat man bei der Reinigung des Salpeters zu Feuerwerken ſchon lange die präcipitirte körnige Kryſtalliſation des Salpeters angewendet; auch wiſſen wir durch die Verſuche der HH. Thenard und Roard, daſs Alaun auf die nämliche Weiſe leicht gereinigt werden kann.

Wenn man ein in ſehr kleinen Körnern angeſchoſſenes und gut getrocknetes Salz pulvert, ſo giebt es ſogleich ein ſtaubig trockenes Pulver. Wenn man dagegen das nämliche gut getrocknete, aber in gröſseren Kryſtallen geformte Salz zu pulvern anfängt, ſo erhält man ein feuchtes, etwas zuſammenhängendes Pulver, welches von der eingeſchloſſenen Mutterlauge herrührt, die beim Oeffnen der kleinen Zwiſchenräume herausdringt und das Pulver anfeuchtet. Läſst man dieſes nun trocknen, ſo kann man es zu ſtaubigem Pulver reiben *).

*) Einige Salze beſitzen jedoch im Zuſtande der völligen Trokkenheit die Eigenſchaft, ein etwas zuſammenhängendes Pulver zu geben. *Berzelius.*

Das mechaniſch eingeſchloſſene Waſſer geht im Feuer gewöhnlich zugleich mit dem Kryſtallwaſſer weg; in denjenigen Salzen aber, welche kein Kryſtallwaſſer enthalten, und welche man, ohne ſie vorher zu zerkleinern, einer höheren Temperatur ausſetzt, verwandelt es ſich plötzlich in Dampf, und zerſprengt die Kryſtalle mit heftigem Krachen. Daher kommt das *Verkniſtern* einiger Salze. Das von einem Salze durch das Verkniſtern entfernte Waſſer kann alſo nicht Kryſtallwaſſer ſeyn, weil es eine ungleiche Vertheilung des Waſſers im Salze vorausſetzt, welche der Idee von einer chemiſchen Verbindung gerade entgegen iſt. Aus dieſer Urſache ſind auch die Angaben der Chemiker von der Menge ſogenannten Kryſtallwaſſers in verkniſternden Salzen immer ſo verſchieden geweſen; je nachdem ſie gröſsere oder kleinere Kryſtalle zu ihren Verſuchen nahmen, war des entweichenden mechaniſch eingemengten Waſſers mehr oder weniger.

Die verkniſternden Salze enthalten *kein Kryſtallwaſſer*, obgleich das Verkniſtern einen Gehalt an Kryſtallwaſſer keinesweges ausſchlieſst; denn man kann ſich eine kryſtalliſirte Verbindung vorſtellen, deren Kryſtallwaſſer nur in einer ſehr hohen Temperatur verjagt werden kann, und wo alſo das eingeſchloſſene Waſſer weit eher ausgetrieben wird. So weit aber, als unſere jetzige Erfahrung reicht, kommen alle Verbindungen mit Waſſer, welche das Waſſer ſehr ſtark zurückhalten, bei einer nicht ſehr erhöheten Temperatur in Fluſs, und

das mechaniſch in den Kryſtallen eingeſchloſſene Waſſer geht durchs Kochen fort.

Ich habe dieſe Bemerkungen vorausgeſchickt, um zu zeigen, wie es nicht ſelten eine ſchwierige Sache iſt, das Kryſtallwaſſer eines Salzes mit völliger Schärfe zu finden. Dieſes wird aber mit der Zeit ſehr leicht ſeyn. Denn wenn das Geſetz für den Gehalt der Salze an Kryſtallwaſſer einmal ausgemacht iſt, ſo bedarf es dann nur annähernder Verſuche, um unter mehreren Möglichkeiten das wahre Verhalten heraus zu finden. Ich glaube in meinen hier zu erzählenden Verſuchen dieſes Geſetz gefunden und durch hinlängliche Beiſpiele bewieſen zu haben. In den mehrſten Fällen habe ich zu dieſen Verſuchen die körnige Kryſtalliſation gewählt, und wenn das Salz nicht allzu verwitternd war, habe ich es zu ſtaubigem Pulver gerieben, in der trocknen Luft einige Stunden liegen laſſen, und es dann in einem genau gewogenen Platintiegel erhitzt. Auch habe ich mehrere Kryſtallformen des nämlichen Salzes unterſucht, dabei aber keinen Unterſchied im Waſſergehalt finden können.

Meine gegenwärtige Abhandlung zerfällt in die vier folgenden Abtheilungen: *Erſtens* Geſetze für die Verbindungen des Waſſers mit Säuren, mit Baſen und mit Salzen; *Zweitens* Geſetze für die Bildung der baſiſchen Salze; *Drittens* Geſetze für die Bildung der Doppelſalze; *Viertens* Allgemeine Ueberſicht der Reſultate meiner Verſuche.

I. Geſetze für die Verbindungen des Waſſers.

A. *Verbindungen des Waſſers mit Säuren.*

1. *Weinſteinſäure.*

Zehn Gramme feingeriebene trockne Weinſteinſäure wurden in Waſſer aufgelöſt und mit einer Auflöſung von eſſigſaurem Bleioxydul, ſo lange noch ein Niederſchlag entſtand, erhitzt. Die Miſchung wurde zum Trocknen abgeraucht, wobei die freie Eſſigſäure gröſstentheils verdampfte. Die rückſtändige Maſſe mit Waſſer aufgeweicht und auf dem Filtro gut ausgewaſchen, gab 23,51 Gr. weinſteinſaures Bleioxydul.

Fünf Gramme weinſteinſaures Bleioxydul mit verdünnter Schwefelſäure behandelt, gaben in drei verſchiedenen Verſuchen 4,2318, 4,229 und 4,228 Gr. ſchwefelſaures Bleioxydul. Das weinſteinſaure Bleioxydul muſs alſo folgendermaſsen zuſammengeſetzt ſeyn:

Weinſteinſäure	37,75	—	100,00
Bleioxydul	62,25	—	164,87
	100,00		264,87

Es enthalten dieſem zu Folge 23,51 Gr. weinſteinſaures Bleioxydul 8,875 Gr. trockner Säure; in 100 Theilen kryſtalliſirter Säure befinden ſich 11,25 Th. Waſſer, und 100 Theile waſſerfreier Weinſteinſäure verbinden ſich mit 12,7 Th. Waſſer, worin ſich 11,2 Th. Sauerſtoff befinden. Das von 100 Th. dieſer Säure geſättigte Bleioxydul enthält aber 11,788 Th. Sauerſtoff; es iſt alſo, der kleinen Differenz un-

geachtet, ziemlich klar, dafs die kryſtalliſirte Weinſteinſäure eine Menge Waſſer enthält, deren Sauerſtoff dem der Baſis gleich iſt, welche die nämliche Menge Weinſteinſäure ſättigt. Bei den Verſuchen, welche ich angefangen habe, um die Geſetze der Bildung organiſcher Producte aufzuſuchen, die ich künftig bekannt machen werde, habe ich in der *Weinſteinſäure* nicht mehr als 56,384 Procent Sauerſtoff (gegen 39,206 Th. Kohlenſtoff und 4,41 Th. Waſſerſtoff) gefunden *), welches beinahe 5 Mal ſo viel iſt, als das 100 Th. Weinſteinſäure ſättigende Waſſer enthält. Ich mufs hier die Bemerkung wiederholen, dafs vielleicht ein etwas zu groſſer Sauerſtoffgehalt der Baſen in meinen Beſtimmungen die Urſache iſt, warum die mehreſten Säuren dieſen Sauerſtoffgehalt etwas geringer beſtimmen, als er nach Berechnung aus dem Sauerſtoffgehalte der ſie ſättigenden Baſen ſeyn ſollte. Ich habe aber dieſen kleinen Fehler, ſo weit es mög-

*) Um die Angabe von allen Berechnungsfehlern frei zu erhalten, bemerke ich, dafs ich von 3 Grammen ſehr ſtreng getrocknetem weinſteinſauren Bleioxydul in zwei Verſuchen, mit unbedeutender Verſchiedenheit, 3,7555 Gr. kohlenſauren Kalk und 0,425 Gr. Waſſer erhalten habe. Wenn nun die Zuſammenſetzungen des weinſteinſauren Bleioxyduls, des kohlenſauren Kalks und des Waſſers richtig beſtimmt ſind, ſo mufs das in der Rechnung Fehlende Sauerſtoff ſeyn. Da aber alle dieſe Beſtimmungen ein wenig fehlerhaft ſeyn können, auch abgeſehn von den Beobachtungsfehlern, ſo kann auch der beſtausgeführte Verſuch ein bis auf 0,01 fehlerhaftes Reſultat geben.

Berzelius.

lich gewesen ist, überall proportional zu machen gesucht, so dass die erste völlig richtige und gehörig bewährte Analyse einer Säure oder eines Oxydes alle diese Bestimmungen auf einmal berichtigen könne.

2. *Citronensäure.*

Krystallisirte Citronensäure wurde fein gepulvert und in der Sonne etliche Stunden getrocknet. Dann wurden

a) 5 Gramme davon in Wasser aufgelöst und mit 15 Gr. feingeriebenem, den Augenblick vorher geglühetem Bleioxydul gemischt, langsam bis zum Trocknen abgedampft, und das mit freiem Bleioxydul gemischte Bleisalz alsdann auf einer Sandkapelle in einer so strengen Hitze, als es nur ertragen konnte, bis dass es nicht mehr an Gewicht verlor, getrocknet. Die Mischung wog nun 18,95 Gr. Die Säure hatte also 21 Procent Wasser enthalten.

b) 10 Gr. von der nämlichen Citronensäure mit essigsaurem Bleioxydul, auf die nämliche Weise wie die Weinsteinsäure behandelt, gaben 23,756 Th. citronensaures Bleioxydul.

c) 5 Gr. der nämlichen Citronensäure in einer gelinden Hitze geschmolzen, so lange als sie in dieser Hitze etwas verloren, und bis die Masse wiederum fest wurde, hatten 0,354 Gr. oder 7,08 Procent an Gewicht eingebüsst.

d) 10 Gr. citronensaures Bleioxydul mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, gaben 9,056 Gr. schwefelsaures Bleioxydul, worin sich 6,666 Gr. Blei-

oxydul befinden. Dieſes Salz enthält alſo ein Drittel ſeines Gewichts an Säure, und iſt folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

Citronenſäure	33,333	—	100
Bleioxydul	66,667	—	200
	100,000	—	300

Dieſem nach ſättigen 100 Theile Citronenſäure eine Menge Baſis, welche 14,3 Th. Sauerſtoff enthält. Wenn wir den Verſuch b) nach dieſer Analyſe berechnen, ſo finden wir wiederum, daſs die Citronenſäure 20,85 Procent Waſſer enthalten hat. Nun aber hatte dieſe Säure bei einer zur Zerſetzung noch nicht hinreichenden Temperatur 7,08 Procent Waſſer verloren (c); dieſes macht von dem ganzen Gehalt ungefähr ein Drittel aus. Die noch rückſtändigen 13,77 Th. Waſſer waren an der Säure durch eine ſtärkere Verwandtſchaft gebunden. Wenn nun aber 79,15 Th. trockner Citronenſäure 13,77 Th. ſtärker gebundenes Waſſer enthalten, ſo müſſen 100 Th. waſſerfreier Säure ſich mit 17,14 Th. Waſſer verbinden; dieſe enthalten aber 15 Th. Sauerſtoff, oder etwas mehr als das Bleioxydul, welches 100 Th. trockner Säure ſättigen. Dieſe kleine Verſchiedenheit rührt daher, daſs es unmöglich iſt, mit Körpern, welche ſich in einer etwas erhöheten Temperatur ſo leicht zerſetzen, wie die Citronenſäure, völlig genaue Reſultate zu erhalten. Wir ſehen alſo hieraus, daſs die Citronenſäure eine Menge Kryſtallwaſſer enthält, welche man, ohne die Zuſammenſetzung der Säure zu verändern, entfernen kann,

und dafs dieſes Kryſtallwaſſer die Hälfte von dem mit der Citronenſäure inniger verbundenen Waſſer ausmacht.

3. *Sauerkleeſäure.*

Es iſt eine allgemein bekannte Thatſache, dafs die Sauerkleeſäure in trockner Luft verwittert. Ich glaubte anfangs, ſie werde dabei alles Waſſer verlieren, und ſetzte daher verſchiedene Portionen kryſtalliſirter Sauerkleeſäure einer etwas über den Siedepunkt des Waſſers erhöheten Temperatur aus. Sie verwandelten ſich in eine zuſammenhängende lockere Maſſe, verloren aber niemals vollkommen gleiches Gewicht. Doch variirten die Verſuche nur zwiſchen 28 und 29 bis 29,3 Procent; im letzteren Fall ſah man indeſs deutlich, dafs eine Sublimation der Sauerkleeſäure angefangen hatte; denn die Oberfläche derſelben war mit zarten kryſtalliniſchen Nadeln bedeckt.

Ich miſchte nun auf einem gewogenen Glasſchälchen 4 Gramme gepulverte und in der Luft eine Stunde lang getrocknete Sauerkleeſäure mit 20 Gr. fein geriebenem, den Augenblick zuvor ausgeglüheten Bleioxydul, übergoſs die Miſchung mit Waſſer, und trocknete ſie geſchwind ein, wobei ſie mehrere Male umgerührt wurde. Die Säure und das Bleioxydul hatten nun 1,68 Gr. an Gewicht verloren. Ich wiederholte dieſen Verſuch noch einmal, ganz mit dem nämlichen Erfolg. Es enthalten folglich 100 Th. Sauerkleeſäure 42 Th. Waſſer.

10 Gr. wohl getrocknetes ſauerkleeſaures Bleioxydul wurde in einer offenen und genau gewogenen Glasſchaale im Glühefeuer verbrannt. Die Schaale verlor hierdurch in verſchiednen Verſuchen 2,52 bis 2,53 Gr. Das rückſtändige Bleioxydul hatte eine glänzend gelbe Farbe. Das *ſauerkleeſaure Bleioxydul* beſtehet dieſemnach aus

Sauerkleeſäure	25,2	100,0
Bleioxydul	74.8	296,6
	100,0	396,6

Alſo ſättigen 100 Th. Sauerkleeſäure eine Menge Baſis, deren Sauerſtoff 21,2 Th. beträgt. Nun haben wir geſehen, daſs 100 Th. kryſtalliſirte Sauerkleeſäure 42 Th. Waſſer enthalten, von welchem ſie 28 bis 29 Th. im Verwittern verlieren. Es ſind aber 28 Th. genau $\frac{2}{3}$ von 42 Theilen. Die verwitterte Sauerkleeſäure behält alſo 1 Th. Waſſer auf je 2 Th. die ſie verliert. Wenn wir dieſes für 100 Th. waſſerfreier Sauerkleeſäure berechnen, ſo vereinigen ſich dieſe mit 72,414 Th. Waſſer, und von dieſen verlieren ſie beim Verwittern 48,276 Th. Die noch rückſtändigen 24,138 Theile Waſſer, welche nur durch andere, gegen ſie ſtärker negativ-elektriſche, Körper herausgetrieben werden können, enthalten 21,3 Th. Sauerſtoff.

4. *Reſultate.*

Wir kennen alſo keine von den drei hier analyſirten Pflanzenſäuren im reinen Zuſtande, und es läſst ſich muthmaſsen, daſs ſie, wie die vorhin erwähnten Mineralſäuren, *für ſich nicht darſtellbar ſind.*

Wir ſahen ferner, daſs ſowohl die Citronenſäure als die Sauerkleeſäure eine Portion Waſſer enthalten, welche ausgetrieben werden kann, und ſich ganz wie Kryſtallwaſſer verhält, während die Säure mit einer andern Portion Waſſer verbunden bleibt, die ganz die Rolle einer Baſis ſpielt, und ſich nur durch eine ſtärkere Baſis von ihr trennen läſst. Wir können dieſe Verbindungen mit Waſſer füglich als Salze anſehen, in welchen das Waſſer die Baſis iſt, und ſich ganz wie die ſchwächern Baſen unter den Metall-Oxyden verhält, die ſich ſowohl mit Säuren als mit andern Baſen verbinden können. Wenn wir das in der kryſtalliſirten Sauerkleeſäure durch Verwitterung verflüchtigte Waſſer für Kryſtallwaſſer anſehen, ſo enthält dieſes 2 Mal ſo viel Sauerſtoff, wie der als Baſis anzuſehende Antheil des Waſſers.

Daſs dieſe Beſtimmungen unrichtig ſeyn ſollten, weil doch das ſauerkleeſaure Bleioxydul Waſſer enthalten könnte, iſt nicht wahrſcheinlich; denn von 5 Gr. wohl getrocknetem ſauerkleeſaurem Bleioxydul, die ich auf eine ſchickliche Weiſe in verſchloſſenen Gefäſsen verbrannte, habe ich in zwei Verſuchen nur 0,077 bis 0,09 Gr. Waſſer erhalten, zugleich mit einer Menge Kohlenſäure, welche 3,708 Gr. kohlenſauren Kalk hervorbrachte. Wenn wir die Zuſammenſetzung der *Sauerkleeſäure* nach der Analyſe des ſauerkleeſauren Bleioxyduls, des kohlenſauren Kalks, der Kohlenſäure und des Waſſers berechnen, ſo muſs dieſe Säure aus 34,9 Th. Kohlenſtoff, beinahe 1 Th. Waſſerſtoff und 64,1 Th.

Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſeyn. Wir haben aber geſehen, daſs 100 Th. Sauerkleeſäure ſich mit ſo viel Baſis verbinden, als 21,2 Th. Sauerſtoff enthalten, und es ſind 21,2 × 3 = 63,6. Wir können alſo als ausgemacht annehmen, daſs die Sauerkleeſäure drei Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis, von der ſie geſättigt wird, enthalten muſs. Endlich ſahen wir, daſs das in der kryſtalliſirten Sauerkleeſäure enthaltene Waſſer genau ſo viel Sauerſtoff als die Säure ſelbſt in ſich ſchlieſst *).

*) „Sie werden ſich gewundert haben, (ſchreibt mir Herr Prof. Berzelius in einem ſeiner ſpätern Briefe,) daſs dieſe meine Analyſen der *Sauerkleeſäure* und der *Weinſteinſäure* ſo weit von den Reſultaten abweichen, welche die HH. Gay-Luſſac und Thenard aus ihren Verſuchen [*Annalen.* B. 37. S. 414.] über die Zuſammenſetzung dieſer Pflanzen-Säuren gezogen haben. Dieſe Abweichung hat aller Wahrſcheinlichkeit nach ihren Grund darin, daſs dieſe Chemiker Verbindungen jeder dieſer Säuren unterſucht haben, welche Waſſer enthielten. Denn wenn Sie von dem in ihren *Recherches phyſico-chimiques* t. 2. p. 304. angegebenen Säuregehalt des weinſteinſauren Kalks ſo viel Waſſer abziehen, als doppelt ſo viel Sauerſtoff enthält, als der an die Säure gebundene Kalk, ſo finden ſie die Sättigungs-Capacität der rückſtändigen Säure ſo, wie ſie nach meiner Analyſe des weinſteinſauren Bleies ſeyn ſoll. Das nämliche iſt der Fall, wenn ſie von den angegebenen Gewichten des citronenſauren und des ſauerkleeſauren Kalkes ſo viel Waſſer abziehn, als eine gleiche Menge Sauerſtoff mit dem Kalk des Salzes enthält. Nach dieſer Berichtigung ſtimmt die Analyſe der Sauerkleeſäure der franzöſiſchen Chemiker mit der meinigen ziemlich überein. Unſere Analyſen der Weinſteinſäure bleiben aber doch immer noch bedeutend verſchieden. Die Zeit wird lehren, auf weſſen Seite der gröſste Fehler iſt.“

Gilbert.

B. *Verbindungen des Waſſers mit Baſen.*

1. *Alkalien und alkal. Erden.*

Daſs ſich bei der Reduction der Alkalien zu Metallen durch weiſsglühendes Eiſen eine ſehr groſse Menge Waſſerſtoffgas entbindet, hat mehrere Chemiker veranlaſst, Waſſer in den geglüheten fixen Alkalien zu ſuchen. Die Reſultate ihrer Verſuche ſind aber ungleich ausgefallen, obgleich man deutlich ſiehet, daſs ſie um den nämlichen Punkt ſchwanken.

Da es vielleicht nicht möglich iſt, ein völlig reines, trocknes kauſtiſches Alkali darzuſtellen, welches weder Kohlenſäure, noch Erden, noch andere fremde Stoffe enthält, und alſo Verſuche mit einem ſolchen Alkali kein recht genaues Reſultat geben können, ſo wählte ich zu dieſen Unterſuchungen den *Kalk* und die *Magneſia*, überzeugt, daſs dasjenige, was für die eine von dieſen ſtärkern Baſen als Regel geltend iſt, auch für die anderen gelten müſſe.

Kalk.

Reiner gebrannter Kalk wurde mit Waſſer gelöſcht, getrocknet und noch einmal in einem Platintiegel ſtreng geglühet, wobei ſich alle in dem Kalk noch rückſtändige Kohlenſäure mit den Waſſerdämpfen entfernen lieſs. — a) 10 Gramme von dieſem kauſtiſchen Kalke wurden mit Waſſer gelöſcht, ſo geſchwind als möglich eingetrocknet, und zuletzt über einer Weingeiſtlampe ſehr hoch über den Siedepunkt des Waſſers erhitzt. Sie hatten 3,21 Gr. am

Gewichte zugenommen. — b) Dieſer Verſuch wurde mit 30 Gr. reinem Kalk wiederholt, und gab 39,75 Gramme waſſerhaltenden Kalk.

In beiden Verſuchen hatten alſo 100 Th. Kalk 32,1 bis 32,5 Th. Waſſer in ſich aufgenommen. Da im letzteren Verſuch die gröſsere Maſſe eine ſpäter erfolgende Austrocknung vorausſetzt, ſo ſieht man leicht ein, wie das Reſultat durch Aufnehmen von etwas Kohlenſäure vergröſsert werden muſste. Nun enthalten 100 Th. Kalk 23,16 Th. Sauerſtoff, und 32,1 Th. Waſſer enthalten 26,5 Th. Sauerſtoff. Der kleine Ueberſchuſs rührt offenbar von aufgenommener Kohlenſäure während des Eintrocknens her. Dieſe Verſuche zeigen alſo, daſs der Kalk eine Menge Waſſer aufnimmt, deren Sauerſtoff dem der Erde gleich kömmt.

Magneſia.

a) Um den Sauerſtoffgehalt der Magneſia zu beſtimmen, lieſs ich reine ſchwefelſaure Magneſia in der Hitze ihr Kryſtallwaſſer verlieren, löſte das leicht ausgeglühete Salz in Waſſer auf, und ſchlug die Schwefelſäure durch ſalzſauren Baryt nieder. 10 Gr. geglühete ſchwefelſaure Magneſia gaben 19,43 Gr. geglüheten ſchwefelſauren Baryt, welchen 66,64 Theile Schwefelſäure entſprechen.

b) 5 Gramme kauſtiſche Magneſia *) in verdünnter Schwefelſäure aufgelöſt und in einem ge-

*) Sie war aus kohlenſaurer Magneſia bereitet worden, welche ich mit reinem kohlenſaurem Kali aus einer Auflöſung

wogenen Platintiegel abgeraucht und geglühet, hinterliefsen 14,742 Gr. ſchwefelſaure Magneſia, welche beim Wiederauflöſen eine Spur von Magneſia abſetzte, und alſo in der zur Verjagung der überſchüſſigen Schwefelſäure angewandten Hitze ein wenig Säure eingebüſst hatte. Nach dieſem Verſuche enthält das trockne Salz 66,1 Th. Schwefelſäure.

Obgleich es wohl möglich ſeyn kann, daſs dieſer Verſuch ein für ſich richtigeres Reſultat als der vorige gegeben hat, ſo werde ich mich jedoch hier jenes bedienen, weil alle der Berechnung zum Grunde liegenden Verſuche den nämlichen proportionellen Fehler haben.

Die ſchwefelſaure Magneſia beſtehet alſo aus

Schwefelſäure	66,64	100,00
Magneſia	33,36	50,06
	100,00	150,06

Es enthalten folglich 100 Th. Magneſia, nach dieſer Berechnung, 39,872 Th. Sauerſtoff. Nach dem Verſuch b) enthalten ſie nur 38,8 Th. Sauerſtoff. Herr Hiſinger fand durch Zerſetzung von ſalzſaurer Magneſia vermittelſt ſalpeterſauren Silberoxyduls 38,3 Th. Sauerſtoff in 100 Th. Magneſia.

Es hinterliefsen 10 Gr. kauſtiſche Magneſia, welche mit Waſſer übergoſſen und in einem Platintiegel eingetrocknet worden war, als ſie über einer

von ſchwefelſaurer Magneſia kochend heiſs niedergeſchlagen hatte, mit Beobachtung der Vorſicht, daſs nicht alle Magneſia niedergeſchlagen wurde; eine Vorſicht, ohne welche die niedergeſchlagene Magneſia kohlenſaures Kali enthält, welches das Waſſer nicht auswaſchen kann, da denn das Reſultat anders ausfällt. *Berzelius.*

Weingeiſtlampe ſehr hoch über den Siedepunkt des Waſſers erhitzt wurden, in verſchiedenen Verſuchen 14,25, 14,35 und 14,4 Gramme Waſſer-enthaltende Magneſia. Nun aber enthalten 4,4 Gr. Waſſer 3,883 Gr. Sauerſtoff; dieſes entſpricht alſo dem aus dem Verſuch b) gezogenen Reſultate ſehr genau. Ich wage jedoch nicht, dieſen Verſuch für den richtigen zu erklären, weil in ihm vielleicht ein Theil der Magneſia am Boden des Tiegels, wo die Flamme ihn berührte, ſeines Waſſers beraubt worden war. Denn wenn die dem Anſcheine nach trockne Magneſia über die Lampe geſetzt wurde, verlor ſie ſehr geſchwind eine beträchtliche Menge Waſſer, bis daſs ungefähr noch 14,6 Gr. übrig waren, und dann wurde eine halbe Stunde erfordert, um ſie bis zu 14,4 Gr. oder darunter herabzubringen. Dieſe Verſuche können alſo nicht völlig ſcharf ſeyn; man ſieht aber aus ihnen ſehr deutlich, daſs die Magneſia, ganz wie der Kalk, ſich mit einer Menge Waſſer, deren Sauerſtoff dem der Magneſia gleich iſt, verbinden kann.

Schlüſſe.

Ich halte dieſe beiden Beiſpiele für hinreichend, die Vermuthung zu begründen, daſs das nämliche bei den feuerbeſtändigen Alkalien und bei den übrigen alkaliſchen Erden Statt finde. Wenn dieſe aber eine Menge Waſſer binden, deren Sauerſtoff dem des Alkali oder der Erde gleich iſt, und wenn ſie auch, wie bekannt iſt, neue Portionen Waſſer, die dem Kryſtallwaſſer entſprechen, aufnehmen

können, so müssen sie das Wasser in zwei verschiedenen Zuständen enthalten, ganz so, wie wir das bei den im Vorhergehenden beschriebenen Säuren gesehen haben. Die eine Portion Wasser entspricht bei diesen stärkern Basen dem positiven Körper, oder der Säure, und läßt sich aus ihrer Verbindung mit den fixen Alkalien, dem Baryt und dem Strontion nicht durch das Glühen austreiben, sondern nur durch Hinzukommen eines andern entweder für sich, oder doch in Hinsicht der Temperatur positiveren Körpers.

Wenn wir die Versuche Berthollet's, Davy's und d'Arcet's über den Gehalt des geschmolzenen Kali an Wasser mit einander vergleichen, findet sich, daſs sie um 16,15 Procent Wasser schwanken; und da dieses gerade die Menge Wasser ist, welche gleiche Theile Sauerstoff mit dem Kali enthält, so können sie als Beweise für die Idee, welche ich hier vorgetragen habe, angesehen werden. Aus den Versuchen des geschickten Chemikers Bucholz wissen wir, daſs der krystallisirte Baryt die Hälfte seines Gewichts im Glühefeuer verliert; dabei bleibt er aber noch flüssig, und kann durch anhaltendes Glühen nicht mehr entwässert werden; und seitdem haben Bucholz und Gehlen gezeigt, daſs dieser geschmolzene Baryt noch Wasser enthält. Nach der Analogie mit dem Kalk muſs dieses 10,59 Theile auf 100 betragen. Wenn also 200 Th. krystallisirter Baryt ungefähr 100 Th. Wasser im Feuer verlieren, so beträgt hier das Krystallwasser entweder 9

oder 10 Mal ſo viel, als das in der Stelle einer Säure gebundene Waſſer.

Die Eigenſchaft der feuerfeſten Alkalien und der alkaliſchen Erden, Waſſer in einer ſehr hohen Temperatur zurückzuhalten, kann uns Mittel an die Hand geben, zu einem für die geſammte Theorie der Chemie und Phyſik höchſt wichtigen Gegenſtand zu gelangen, zu einer Vergleichung der Stärke der chemiſchen Verwandtſchaft mit der der gewöhnlichen mechaniſchen Kraft. Wir wiſſen nämlich, welche ungeheure Kraft erfordert wird, das Waſſer bei ſteigenden Hitzegraden tropfbar-flüſſig zu erhalten; kein eiſernes Gefäſs läſst ſich vielleicht ſtark genug machen, um es in der Glühehitze tropfbar zurückzuhalten, indeſs dieſes durch die Verwandtſchaft der Alkalien und des Baryts zu dem Waſſer geleiſtet wird. Wenn die Kraft, welche erfordert wird, das Waſſer in der Glühehitze tropfbar-flüſſig zu erhalten, in Queckſilberhöhen ausgedrück wäre, ſo würden wir wenigſtens einen ſehr hohen Grad von Kraft in Zahlen beſtimmt haben, welchen die Verwandtſchaft dieſer Köper zu dem Waſſer noch überſteigt; auf ein ganz richtiges Reſultat würde dieſes aber nicht führen, da ſowohl das Alkali als das Waſſer in einer noch höheren Temperatur ſich verflüchtigen. Kalk und Magneſia würden aber zu einer ſolchen Vergleichung völlig paſſen, und bei ihnen müſste es möglich ſeyn, die Queckſilberhöhe zu beſtimmen, bei welcher das gasförmige Waſſer ſich in der Temperatur zu con-

denſiren anfängt, welche erfordert wird, um das Waſſer aus dieſen Erd-Hydraten zu verflüchtigen. Die gefundene Queckſilberhöhe würde dann die Kraft der, gegenſeitigen Verwandtſchaft der alkaliſchen Erde und des Waſſers in Zahlen ausdrücken, mit welchen jede beliebige mechaniſche Kraft verglichen werden könnte. Und da ſich die chemiſchen Verwandtſchaften unter einander vergleichen laſſen, ſo würden wir auf dieſem Wege vielleicht einmal dahin gelangen, eine jede chemiſche Verwandtſchft in Zahlen ausdrücken und mit dem allgemeinen Maſsſtabe aller mechaniſchen Kraft, der Schwere, vergleichen zu können.

Wir werden im Folgenden ſehen, daſs einige der ſchwächeren Baſen, wenn ſie Waſſer aufnehmen, es mit einer ſo kleinen Kraft zurückhalten, daſs dieſe von der Expanſionskraft des Waſſers, auch in niedrigeren Temperaturen, übertroffen werden kann. Einige derſelben ſind hierdurch gewiſſermaſsen hygroſcopiſche Subſtanzen, indem ihre gröſsere oder geringere Annäherung zum *Maximum* von Waſſergehalt, von der Trockenheit der Luft abhängt, und nur dann eintritt, wenn die Luft in ihrem *Maximum* von Feuchtigkeit iſt, und alſo die Expanſionskraft des Waſſers bei dieſer Temperatur null iſt.

2. *Thonerde.*

Um den Sauerſtoffgehalt der Thonerde beſtimmen zu können, löſte ich Thonerde, welche aus Alaun durch ätzendes Ammoniak gefällt war, in

Schwefelſäure auf, und als die Säure nichts mehr davon aufnehmen wollte, filtrirte ich die Auflöſung, concentrirte ſie durch Abrauchen, und ſchlug das neutrale Salz daraus durch Alkohol nieder. Der Niederſchlag wurde mit Alkohol gut ausgewaſchen, um die möglicher Weiſe noch gegenwärtige Schwefelſäure vollkommen zu entfernen. Das ſo bereitete Salz hatte ganz den Geſchmack des Alauns, nur daſs er weit ſtärker war. Um das Waſſer zu verjagen, erhitzte ich dieſes Salz in einem Platintiegel über einer Weingeiſtlampe, und wog den Tiegel von Zeit zu Zeit; als er nicht mehr an Gewicht abnahm, ſah ich das Salz als waſſerfrei an. Es ſchmolz in der Hitze, blähete ſich auf, und verhielt ſich ganz wie der Alaun; zuletzt muſste ich es in dem Tiegel zuſammenpacken, damit die Hitze es gleichförmig zu durchdringen vermochte. Das waſſerfreie Salz ſchien ſich in Waſſer nicht auflöſen zu wollen, und verhielt ſich in dieſem Fall ganz wie das waſſerfreie ſchwefelſaure Eiſenoxydul, die waſſerfreie ſchwefelſaure Magneſia, der gebrannte Alaun und andre mehr. Mit Hülfe der Wärme löſte es ſich aber nach und nach ohne Rückſtand vollkommen auf.

Ich glühte nun 10 Gramme dieſer waſſerfreien ſchwefelſauren Thonerde in einem gewogenen Platintiegel ſo lange, als ſie unter Ausſtoſsen von ſchwefliger Säure etwas am Gewicht verloren; ſie hinterlieſsen 2,9934 Gr. einer lockern, ſehr weiſsen und leichten Thonerde. Dieſes Salz (die *waſſer-*

freie ſchwefelſaure Thonerde) muſs alſo folgendermaſsen zuſammengeſetzt ſeyn:

Schwefelſäure	70,066	—	100,000
Thonerde	29,934	—	42,722
	100,000		142,722

Wenn nun 42,722 Th. Thonerde 19,96 Th. Sauerſtoff enthalten, ſo müſſen 100 Th. Thonerde 46,726 Th. Sauerſtoff in ſich ſchlieſsen.

Um das *Hydrat der Thonerde* zu bereiten, verſuchte ich zuerſt aus Alaun durch überſchüſſig zugeſetztes Ammoniak die Erde abzuſcheiden. Dieſes wollte aber nicht gelingen; denn als ich die ſo erhaltene Thonerde brannte, gab ſie immer erſt Waſſer und dann ſchweflige Säure und Sauerſtoffgas. Die Thonerde giebt alſo mit der Schwefelſäure ein *unauflösliches baſiſches Salz*, welches das Ammoniak nur unvollkommen zerlegt.

Ich nahm daher die von der Schwefelſäure durch Verglühen befreiete Thonerde, löſte ſie durch langes Digeriren in Salpeterſäure auf, und ſchlug die Auflöſung durch überſchüſſig hinzugeſetztes ätzendes Ammoniak nieder. Die gallertartige Erde wurde auf einem Filtrum gut ausgewaſchen und in der Sonne langſam getrocknet. Die trockne Erde, zu ſtaubigem Pulver gerieben, wurde nochmals mit Waſſer digerirt, um alles anhängende ſalpeterſaure Ammoniak zu entfernen, darauf wiederum getrocknet, und dann in einer kleinen gläſernen Retorte geglühet. Es wurde anfangs reines Waſſer entbunden, dann folgten aber ſalpetrigſaure

Dämpfe in Menge, welche erſt in der Weifsglühehitze ſich völlig austreiben lieſsen. Die Salpeterſäure beſitzt alſo die nämliche Eigenſchaft wie die Schwefelſäure, mit der Thonerde ein baſiſches Salz zu geben, welches vom Ammoniak nicht vollkommen zerlegt wird. Die *baſiſche ſalpeterſaure Thonerde* hat viele Aehnlichkeit mit der gelatinirenden Kieſelerde, oder mit einem ſteifen Stärkeabſud, und wird leicht erhalten, wenn man die ungebrannte Thonerde mit ein wenig Salpeterſäure zuſammenreibt; das Gemiſch ſtellt nach wenigen Augenblicken eine aufgeſchwollene Stärke-artige Maſſe dar.

Nun löſte ich die Thonerde in *Salzſäure* auf, ſchlug ſie mit vielem überſchüſſig zugeſetztem Ammoniak nieder, und digerirte den Niederſchlag 6 Stunden lang mit der ſtark alkaliſchen Flüſſigkeit. Die aus dem Filtro genommene und gut gewaſchene Erde wurde in der Sonne getrocknet, fein gepulvert und noch einen Tag der Sonne ausgeſetzt. In einer kleinen Retorte geglühet, gab dieſe Erde nichts als Waſſer; ein kleiner Theil der Erde wurde aber mit dem Waſſer mechaniſch in die Höhe geriſſen, und ſammelte ſich in der Vorlage wie ein feiner Staub an. Der Verluſt wurde dadurch um eine Kleinigkeit vermehrt.

Die *waſſerhaltige Thonerde* hinterlieſs 64,932 Procent Erde, welche, in Salpeterſäure augelöſt, keine Schwefelſäure mit Barytſatz zu erkennen gab.

Es waren alſo 100 Theile waſſerfreier Thonerde mit 54 Th. Waſſer vereinigt geweſen. So viel Waſſer enthält 47,65 Th. Sauerſtoff; die Thonerde enthält dagegen, wie wir geſehn haben, nur 46,726 Th. Sauerſtoff. Ich kann weder behaupten, daſs die Beſtimmung des Waſſergehalts, noch daſs die des Sauerſtoffs in der Thonerde hinreichend ſcharf ſey; beide ſind es aber in ſo weit, daſs ſie uns hinlänglich zeigen, daſs auch die Thonerde, ganz wie die vorigen Salzbaſen, eine Menge Waſſer bindet, deren Sauerſtoff dem der Erde *gleich* iſt.

Die geglühete Thonerde zieht aus der Luft ſehr geſchwind Feuchtigkeit an, hält aber dieſes Waſſer mit einer ſehr ſchwachen Kraft, und ihr Waſſergehalt iſt Variationen nach dem Hygrometerſtande der Luft unterworfen. Die Sonnenwärme iſt hinreichend, die gröſste Menge dieſes Waſſers zu entfernen, und wenn man die Thonerde auf einer Sandkapelle erhitzt, entweicht das eingeſogene Waſſer gänzlich, indeſs das Waſſer im Thonerde-Hydrate des Glühefeuers bedarf, um gänzlich entfernt zu werden *). In welchem Zuſtande wird aber das Waſſer von der gebrannten Thonerde gefunden? Offenbar nicht in dem nämlichen wie im Hydrate.

*) Es hatten 100 Th. gebrannte Thonerde nach einigen Tagen, bei 100 Hygrometerſtand, 34,5 Th. Waſſer in ſich geſogen. Von dieſem Waſſer verlor ſie bei 7° Hygrometerſtand und + 22 bis + 25° Thermometerſtand in einigen Tagen 18,5 Theile, und das ſo lange, als dieſe Witterung dauerte. *Berzelius.*

5. *Kieſelerde.*

Die Kieſelerde, welche aus dem *Liquor ſilicum* mit Säuren ausgeſchieden wird, enthält nach dem Austrocknen, wie bekannt, viel Waſſer. Ich fand das Verhalten derſelben ganz gleich, ich mochte geradezu gefällte, oder erſt durchs Gelatiniren abgeſchiedene Kieſelerde bei dieſen Unterſuchungen anwenden.

In dem nämlichen Theeſchälchen wurden auf einer Sandkapelle drei Portionen Kieſelerde getrocknet, die ich in drei verſchiedenen analytiſchen Operationen gewonnen hatte. Als ich ſie nach dieſer Erhitzung von einigen Stunden glühete, litten ſie alle noch einen Verluſt an Waſſer, welcher zwiſchen 11,2 und 11,3 Procent variirte.

Die Verſuche mit der geglüheten Thonerde und andere mit dem Zinnoxyde, welche ich weiter unten anführen werde, beſtimmten mich, dieſe Verſuche einige Zeit nachher zu wiederholen. Ich fand nämlich, daſs das Zinnoxyd, in verſchiednen Temperaturen getrocknet, ungleiche Waſſermengen zurückhielt. Ich wog daher eine Portion in der Luft getrocknete Kieſelerde und trocknete ſie auf der Sandkapelle, wobei ſie 26,8 Procent an Gewicht verlor. Auf der Wage gelaſſen, gewann ſie nach und nach an Gewicht. Ich trocknete ſie dann wiederum ſehr ſtark und glühete ſie, wobei ihr Gewicht um 14,2 Procent abnahm. Die Kieſelerde bildete kleine halbdurchſichtige Körner, welche durch das Glühen nichts von ihrer Durchſichtigkeit

und ihrem äufsern Anfehen verloren. Es fcheint alfo, als wäre das von der Kiefelerde zurückgehaltene Waffer ganz im nämlichen Zuftande darin befindlich, wie das, welches die geglühete Thonerde aus der Luft einfaugt.

Ich hatte lange die Hoffnung gehegt, aus dem Waffergehalt der trocknen Kiefelerde den Sauerftoffgehalt derfelben berechnen zu können, und die Uebereinftimmung der drei erften Verfuche unter einander liefs mich vermuthen, dafs die Kiefelerde vielleicht 4 Mal fo viel Sauerftoff, als das damit verbundene Waffer enthalte, da dann ihr Sauerftoffgehalt 45 Procent betragen würde. Diefe Hoffnung habe ich aber nun aufgegeben. Vielleicht wird es einmal möglich, die Zufammenfetzung der Kiefelerde mit mehr Sicherheit aus ihren Verbindungen mit der Flufsfäure oder mit den Alkalien und den Erden zu berechnen.

4. *Eifenoxyd.*

Es ift in Schweden bereits feit einiger Zeit durch die Verfuche des Herrn Liedbeck *) bekannt, dafs die gelben oder bräunlichen fogenannten Rafenerze das Eifenoxyd im Zuftande eines Hydrats enthalten. Mein Freund, Herr General-Infpector Hausmann in Caffel, fchrieb mir vor einigen Monaten, er habe die nämliche Bemerkung gemacht, wobei er im Eifen-Hydrate 19 bis 21 Pro-

*) *Sammlingar i Bergsvetenfkapen af E. T. Svedenftjerna och G. J. Liedbeck.* 9. H. 1809. *B.*

sent Waſſer gefunden habe; und er nimmt die erſte Zahl als die richtigere an *). Das Waſſer würde dann eine Menge Sauerſtoff enthalten, welche zwei Drittel von dem des Eiſenoxyds betrüge, oder der Sauerſtoff, welcher das Eiſen zu Oxydul gemacht hat, und der Sauerſtoff des Waſſers, würden in gleicher Menge vorhanden ſeyn. Obgleich dieſes mit den vorher angeführten Geſetzen nicht übereinſtimmt, ſo ſieht man doch leicht, von welchen lehrreichen Folgen die letztere Anſicht werden könnte, und ich wurde dadurch veranlaſst, die Prüfung des Eiſenoxyd-Hydrats den bereits angeführten Unterſuchungen hinzuzufügen.

Hr. Liedbeck hatte in den von ihm unterſuchten Raſenerzen 20,8, 21,1 bis 25 Procent flüchtige Theile gefunden, wovon Waſſer ungefähr 20 Theile ausmachte. Zugleich mit dem Eiſenoxyd fand er mechaniſche Einmengungen von Sand, Thon, Kieſelerde u. ſ. w., welche, wenn ſie vom Eiſenoxyd weggenommen wurden, 60 bis 62 Th. reines Oxyd hinterlieſsen; und dieſe enthalten gleiche Theile Sauerſtoff mit dem damit verbundenen Waſſer.

*) Hr. Hausmann, der ſeitdem ſeiner Liebe zu den Wiſſenſchaften das Opfer gebracht hat, ſeine angeſehene und einträgliche Stelle mit der Profeſſur der Technologie und Bergwerkswiſſenſchaften in Göttingen zu vertauſchen, hat ſeine Unterſuchungen über das Eiſenoxyd-Hydrat in dieſen *Annalen* B. 38. S. 1. f. dem Publikum vorgelegt; ihnen habe ich die des Herrn D'Aubuiſſon und anderer beigefügt. Mehreres von den Liedbeck'ſchen Unterſuchungen führt Hr. Prof. Hausmann an daſ. S. 66 f. G.

Ich unterſuchte nun etliche ausländiſche Raſenerze, und fand darin 14,4, 13,1, 11,6 etc. Procent Waſſer, je nachdem das Erz in der Sonne oder auf einer erhitzten Kapelle getrocknet wurde. Dieſe Erze wurden im ungeglühten Zuſtande nicht vom Magnet angezogen; nach dem Glühen aber wurden ſie mehr oder weniger magnetiſch, welches zeigt, daſs ſie ein wenig brennbare Materie enthielten, die den Glühungsverluſt vermehren muſste. Wurde das geglühete Eiſenoxyd in Salzſäure aufgelöſt, ſo hinterlieſs es ein wenig aufgequollene, halb gelatinirende Kieſelerde, welche alſo mit dem Oxyde in chemiſcher Verbindung geweſen zu ſeyn ſchien. Die fremden Beimiſchungen machten es übrigens ganz unmöglich, die Zuſammenſetzung dieſer dreifachen Verbindung von Waſſer, Kieſelerde und Eiſenoxyd mit einer ſolchen Schärfe zu beſtimmen, daſs das Reſultat zur Grundlage für eine Berechnung auch nur einigermaſsen hätte gebraucht werden können.

Ich unterſuchte nun die gelbe Maſſe, welche ſich auf verwitternden Kieſen bildet, und die ich oft frei von Schwefelſäure gefunden habe. Die eines Kieſes verlor im Glühen 17,5, und die eines andern nur 12 Procent. Beide enthielten Kieſelerde, und die erſte fand ich nachher auch etwas kupferhaltig.

Ich bereitete nun Eiſen-Hydrate, indem ich ſchwefelſaures, ſalpeterſaures und ſalzſaures Eiſenoxyd mit ätzendem Ammoniak fällte. Alle dieſe

Eiſenauflöſungen gaben aber eine Miſchung von Hydrat und baſiſchem Salze, aus welcher die Hitze zuerſt Waſſer und dann die Säure heraustrieb. Das geglühete Eiſen-Hydrat hatte in dieſen Verſuchen zwiſchen 27 und 18,5 Procent verloren.

Ich digerirte nun den aus ſalpeterſaurem Eiſenoxyd gewonnenen Niederſchlag mit einem groſsen Uebermaafs ätzendem Ammoniak. Das ausgewaſchene und in der Sonne getrocknete Hydrat verlor nun 22,15 Procent; das, was überging, war aber nicht reines Waſſer, ſondern eine ſehr ſtarke ammoniakaliſche Flüſſigkeit. Ich hatte alſo noch kein reines Hydrat zu unterſuchen gehabt.

Vor drittehalb Jahren, als ich das Silicum-haltige Eiſen unterſuchte, hatte ich etwa 20 Gramme von dieſem Eiſen, mit Waſſer übergoſſen, zum freiwilligen Oxydiren hingeſtellt. Die Maſſe ballete ſich aber nach und nach zuſammen, und war ſelbſt nach Verlauf dieſer Zeit im Innern nicht oxydirt. Da ich ſie alſo zur Analyſe der Kieſelerde, wozu ſie eigentlich beſtimmt war, nicht mehr gebrauchen konnte, ſammelte ich eine Menge darin gebildeten gelben Ocker auf und trocknete ihn: zufälliger Weiſe wurde dieſer aber mit andern auszutrocknenden Stoffen auf die Sandkapelle gebracht, wo er aller Wahrſcheinlichkeit nach einen Theil ſeines chemiſch gebundenen Waſſers verlor; denn die Eiſen-Hydrate vertragen keine ſtrenge Hitze, ohne eine dunklere Farbe anzunehmen und einen Theil ihres Waſſers einzubüſsen. Im Glühen verlor er 10 Procent an

Gewicht. Das rückſtändige rothe Oxyd hinterliefs Kieſelerde zu 8,2 Procent. Ich arbeitete alſo wiederum mit der dreifachen Verbindung von Kieſelerde, Eiſenoxyd und Waſſer. Die Menge, welche ich zu dieſem Verſuch anzuwenden hatte, war zu klein, und bereits im erſten Verſuche verbraucht, ſo daſs ich dieſes Eiſenpräparat nicht genauer unterſuchen konnte; offenbar aber war es eine durch Kunſt hervorgebrachte, dem oben erwähnten ausländiſchen Raſenerz ähnliche Verbindung. Man wird unſtreitig dieſe in den Raſenerzen vorkommenden dreifachen Verbindungen von Kieſelerde, Eiſenoxyd und Waſſer bald genauer unterſuchen; um zu einer ſichern Kenntniſs von denſelben zu gelangen, dürfte es indeſs vielleicht nöthig ſeyn, ſie durch freiwillige Oxydirung des Silicium-haltigen Eiſens, auf die oben angeführte Art, hervorzubringen; denn das Raſenerz iſt mit Staub und mit fremden eingemengten Erden in verſchiednen, ſich nimmer gleichbleibenden Verhältniſſen gemiſcht, und kann alſo wohl niemals ganz ſichere Reſultate geben.

Aus dem Angeführten erhellet ferner, daſs es ſchwer iſt, ein ganz reines Eiſen-Hydrat zu erhalten, da ſich das Eiſenoxyd ſowohl mit den Säuren als mit dem Ammoniak im Augenblicke des Niederſchlagens verbindet, je nachdem das letzte in gröſserem oder geringerem Ueberſchuſs gegenwärtig iſt. Ich lieſs daher Eiſenſpäne ſich in reinem Waſſer oxygeniren, wechſelte das Waſſer täglich, und ſammelte das gebildete Eiſen-Hydrat. Nach ei-

nigen Wochen hatte ich davon ſo viel beiſammen, daſs es zu einem kleinen Verſuch hinreichte. Ich trocknete es in der Sonne mehrere Tage, und glühete es dann in einem gewogenen Platintiegel. Es hinterlieſs 85,2 Procent rothes Oxyd, welches dem Magnete hie und da etwas folgſam war; ein Umſtand, den ich der im Eiſen befindlichen Kohle, welche ſich mit dem Hydrat gemiſcht hatte, zuſchreibe. Dieſe Menge von Eiſenoxyd enthält 26,12 und das damit verbundene Waſſer 13 Theile Sauerſtoff. In dieſem Verſuch hatte das Eiſenoxyd alſo *doppelt* ſo viel Sauerſtoff als das Waſſer enthalten.

Um indeſs dieſe Proportion nicht auf dieſen einzigen Verſuch zu ſtützen, nahm ich ein weniger kohlenhaltiges Eiſen, wozu ich Clavierſaiten No. 10 wählte, lieſs dieſe ſich in reinem Waſſer oxygeniren, mit einer Platinſcheibe in Berührung, um die Oxdation zu beſchleunigen, und wechſelte das Waſſer täglich. Nach einigen Wochen hatte ich wiederum ſo viel davon erhalten, daſs ich es unterſuchen konnte. Das in der Sonne mehrere Tage getrocknete Hydrat hatte eine ſehr helle pomeranzgelbe Farbe, und hinterlieſs nach dem Glühen ein ſchönes rothes, dem Magnete nicht im mindeſten folgſames Oxyd, welches 85,5 Procent betrug. In dieſem Verſuch hatte alſo das Eiſen-Hydrat 14,5 Procent Waſſer enthalten; der vorhergehende Verſuch wird alſo durch ihn beſtätigt, und wir ſehen, daſs das Eiſen-Hydrat, welches ſich

auf dem Eiſen im Waſſer bildet, eine Menge Waſſer enthält, deren Sauerſtoff die *Hälfte* ſo viel beträgt, als der des damit verbundnen Eiſenoxyds. Es iſt aber, ſowohl aus den von mir angeführten Verſuchen des Hrn. Liedbeck, als aus andern nachher anzuführenden, wahrſcheinlich, daſs das Eiſenoxyd, wenn es *mit andern Körpern in Verbindung* getreten iſt, eine Menge Waſſer, deren Sauerſtoff dem des Oxyds *gleich* kommt, aufnehmen kann.

5. *Zinnoxyd.*

Zehn Gramme reine Zinnfolie wurden in einem gewogenen gläſernen Kolben durch reine Salpeterſäure oxydirt, die Flüſſigkeit wurde verdunſtet, und das Oxyd im Kolben geglühet. Das ſo erhaltene Zinnoxyd hatte eine leichte ſtrohgelbe Farbe und wog 12,72 Gr. In einem andern Verſuch erhielt ich nur 12,71 Gr. Nach dem erſtern beſtehet das *Zinnoxyd* aus

Zinn	79,16	—	100,0
Sauerſtoff	21,84	—	27,2
	100,00	—	127,2

Es iſt eine bekannte Thatſache, daſs das Zinnoxyd, welches man durch Salpeterſäure bereitet hat, das Lackmuspapier röthet, welches aber das geglühete Oxyd nicht thut. Ich glaubte anfangs, dieſes möchte von Salpeterſäure herrühren, die dem Oxyde anhänge; als aber das Waſſer, womit das Oxyd gewaſchen wurde, das Lackmuspapier nicht mehr röthete, beſaſs das Oxyd dieſe Eigenſchaft noch immer. Es verlor ſie erſt, als ich es mit ein

wenig Ammoniak übergoſs, das Oxyd gab aber nun im Glühen ein ſehr ſtark Ammoniak-haltiges Waſſer. Das Zinnoxyd ſcheint alſo auf die Benennung einer *Säure* gleiches Recht zu haben, als die Wolframſäure und die Columbſäure (richtiger das Tantaloxyd).

Ich ließs das gut ausgewaſchene, aber nicht mit Ammoniak behandelte Zinnoxyd auf der Sandkapelle trocknen. Es verlor im Glühen 6,6 Procent. Nach einigen Stunden, als die Kapelle beträchtlich abgekühlt war, wiederholte ich den Verſuch mit einem Theil des nämlichen Oxyds, welches auf der Kapelle geblieben war; es verlor nun 9,66 Procent. Als es ſich noch länger auf der immer mehr abgekühlten Kapelle befunden hatte, verlor es im Glühen 10,8 Procent, und am folgenden Morgen, als alles ſeit mehrern Stunden völlig erkaltet war, verlor das Oxyd im Glühen 12,5 Procent *). Es iſt hier keine Beſtimmung zu hoffen; denn welche Temperatur und welchen Hygrometerſtand ſoll man als den richtigeren annehmen? Und obgleich das den Säuren in ſeiner Natur nahe kommende Zinnoxyd, wenn es am meiſten Waſſer aufgenommen hatte, nahe doppelt ſo viel Sauerſtoff als dieſes Waſſer enthielt, ſo iſt doch hierauf nichts Zuverläſſiges zu bauen.

*) Es darf nicht unbemerkt bleiben, daſs die Witterung während dieſer Verſuche immer regnig und auf dem Maximo von Feuchtigkeit war. *Berzelius.*

Aehnliche Unterſuchungen über den Waſſergehalt des Titanoxyds, des Tantaloxyds, der Wolframſäure, und anderer, werden uns hoffentlich zu allgemeineren und beſtimmteren Kenntniſſen über das Verhalten des Waſſers zu dieſen, zwiſchen Baſen und Säuren in der Mitte ſtehenden Körpern führen.

Was ſollen wir aber von der Verwandtſchaft eines Körpers zum Waſſer denken, welcher dieſes nur ſo ſchwach bindet, daſs die Expanſionskraft des Waſſers ſchon bei nicht ſehr erhöheten Temperaturen überwiegend wird? Offenbar muſs ſie die nämliche Kraft ſeyn, welche macht, daſs das getrocknete Filtrirpapier durch Anziehn von Feuchtigkeit aus der Luft bisweilen noch während der Wägung ſchwerer wird, und welche in den ſogenannten hygroſcopiſchen Subſtanzen wirkſam iſt. Ob nun dieſe Kraft von derjenigen, welche ſich durch beſtimmte Principmäſsige Verhältniſſe zwiſchen den ſich vereinigenden Körpern charakteriſirt, nur dem Grade nach verſchieden iſt, oder ob ſie in einer bloſsen Modification der Flächenanziehung beſteht, wage ich nicht zu entſcheiden. Was die Modificationen der Verwandtſchaften betrifft, ſo iſt uns darüber noch viel zu unterſuchen übrig; z. B. worin die Kraft, welche ein Salz in Waſſer, für jede Temperatur in einer andern Menge, auflöſet, von der Kraft verſchieden ſey, durch welche das nämliche Salz eine gröſsere oder geringere Menge Waſſer, in feſter Geſtalt, als Kryſtallwaſſer verdichtet?

Zwiſchen beiden Mengen findet kein beſtimmtes und unveränderliches Verhältniſs Statt; denn es können Salze, welche gar kein Kryſtallwaſſer enthalten, im Waſſer ſehr auflöslich ſeyn, z. B. Salpeter, ſalzſaures Kali u. a., indeſs andere, die eine groſse Menge Kryſtallwaſſer haben, im Waſſer völlig unauflöslich ſind, wie z. B. baſiſche Eiſen- und Kupfer-Salze, kohlenſaure Magneſia u. a.

C. *Verbindungen des Waſſers mit Salzen.* *Kryſtallwaſſer.*

Kali-Salze. In keinem der Kaliſalze, welche ich unterſucht habe, dem ſchwefelſauren, ſalpeterſauren, ſalzſauren und weinſteinſauren Kali, habe ich eine Spur von Kryſtallwaſſer gefunden. Wenn man ſie fein gepulvert in der Sonne oder ſonſt in einer temperirten Wärme getrocknet hat, ſo verlieren ſie im Glühen weiter kein Waſſer. Das ſalpeterſaure Kali giebt hierbei Sauerſtoffgas, ſalpetrige Säure und zuletzt Salpetergas, dabei ſetzt ſich aber nicht ein Tropfen flüſſiger Säure ab. Das weinſteinſaure Kali, welches ich mit ſalpeterſaurem Bleioxydul niedergeſchlagen hatte, gab auf 100 Th. wohl getrocknetes Salz 155,7 Theile weinſteinſaures Bleioxydul. Der S. 246 mitgetheilten Analyſe dieſes letztern Salzes zu Folge beſtehet alſo das *weinſteinſaure Kali* aus

Weinſteinſäure	58,69	100,0
Kali	41,31	70,4
	100,00	170,4

Nun enthalten 70,4 Th. Kali 11,93 Th. Sauerſtoff, alſo, mit einer äuſserſt kleinen Abweichung, die nämliche Menge, als das Bleioxydul, welches 100 Theile der Säure ſättigt. Die kleine Abweichung kann ihren Grund darin haben, daſs ein geringer Verluſt an weinſteinſaurem Bleioxydul bei dieſem Verſuche nicht leicht zu vermeiden iſt. Man ſieht alſo leicht ein, daſs das weinſteinſaure Kali in der That kein Kryſtallwaſſer enthalten kann.

Das ſäuerliche weinſteinſaure Kali (*criſtalli tartari*) enthält dagegen Kryſtallwaſſer, doch läſst dieſes ſich nicht durch Hitze austreiben. Das zum vorhergehenden Verſuch benützte Salz war aus reiner Weinſteinſäure mit reinem kohlenſaurem Kali bereitet worden, war alſo ganz frei von Kalkerde. Ich ſchlug die noch übrige Portion davon mit Weinſteinſäure nieder, trocknete den gepulverten Niederſchlag ſehr ſtreng, und brannte davon 10 Gramme in einem Platintiegel. Die kohlige alkaliſche Maſſe wurde mit Salzſäure behutſam ausgelaugt, die ſalzſaure Auflöſung eingetrocknet, und das Salz geglühet. Ich erhielt in einem Verſuch 3,91 und in einem andern 3,915 Gr. ſalzſaures Kali. Durch einen andern Verſuch fand ich, was Wollaston mit dem Sauerkleeſalze bereits beobachtet hatte, daſs die Aſche von 10 Gr. ſäuerlich weinſteinſaurem Kali genau hinreichend war, 10 Gr. ungebranntes Salz zu ſättigen. Es muſs alſo das Kali im ſäuerlichen Salze mit doppelt ſo viel Säure als im neutralen verbunden ſeyn. Das erhaltene ſalzſaure

Kali entſpricht aber genau 24,8 Procent reinem Kali; dieſe müſſen alſo mit 70,45 Th. Weinſteinſäure das ſaure Salz darſtellen, und die fehlenden 4,75 Th. müſſen Waſſer ſeyn. Das *ſäuerliche weinſteinſaure Kali* beſtehet alſo aus

Weinſteinſäure	70,45
Kali	24,80
Waſſer	4,75
	100,00

Dieſe Menge Kali enthält 4,206 und das Waſſer 4,192 Th. Sauerſtoff; das Kryſtallwaſſer in dieſem Salze enthält alſo genau eine *gleiche* Menge Sauerſtoff mit der Baſis. Da dieſes Waſſer aber nur durch Hinzukommen einer zweiten Baſis verjagt werden kann, und genau ſo viel beträgt, als die überſchüſſige Säure in Kryſtallform für ſich gebunden haben würde, ſo kann dieſes Salz auch als ein Doppelſalz angeſehen werden, deſſen zweite Baſis das Waſſer iſt.

Natron-Salze. Während nach den hier angeführten Verſuchen den Kali-Salzen das Kryſtallwaſſer allgemein zu fehlen ſcheint, enthalten dagegen die Natron-Salze des Kryſtallwaſſers eine ſehr groſse Menge, binden es aber nur mit einer ſehr ſchwachen Verwandtſchaft, ſo daſs die mehreſten derſelben in trockner Luft verwittern. Es iſt daher ſehr ſchwierig bei ihnen auf genaue Reſultate zu kommen, da es wohl geſchehen kann, daſs ein ſolches Salz, ehe es noch in der Mitte trocken iſt, ſchon auf der Oberfläche zu verwittern anfängt.

Schwefelſaures Natron, in reinen Kryſtallen, wurde mit Waſſer übergoſſen, damit zu Pulver gerieben, auf Löſchpapier des Waſſers gröſstentheils wieder beraubt, dann zwiſchen neuem, vielfach zuſammengelegten Löſchpapier in einer Preſſe 24 Stunden lang getrocknet, und endlich in einem gewogenen Platintiegel erſt langſam verwittert und dann geglühet. Es verloren 30 Gramme hierbei 16,8 Gr. am Gewicht; dieſes Salz enthält alſo 56 Procent Kryſtallwaſſer, und das kryſtalliſirte Salz muſs folgendermaſsen zuſammengeſetzt ſeyn:

Schwefelſäure	24,76
Natron	19,24
Waſſer	56,00
	100.00

Nun enthalten aber 19,24 Theile Natron 4,953 Th. Sauerſtoff, und 56 Th. Waſſer 49,42 Th. Sauerſtoff; das Kryſtallwaſſer enthält alſo in dieſem Salze genau 10 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis.

Eſſigſaures Natron. Zehn Gramme gepulvertes und in der Luft getrocknetes eſſigſaures Natron in der Hitze einer Sandkapelle zum Verwittern gebracht, verloren 4,011 Gr. am Gewicht. — 5 Gr. zerfallenes eſſigſaures Natron mit Salzſäure übergoſſen, eingetrocknet und geglühet, gaben 3,584 Gr. ſalzſaures Natron. Das eſſigſaure Natron muſs alſo folgendermaſsen zuſammengeſetzt ſeyn:

	trocknes		waſſerhaltiges	
Eſſigſäure	61,689	100,0	Eſſigſäure	36,95
Natron	38,311	62,1	Natron	22,94
	100,000	162,1	Waſſer	40,11
				100,00

Nun ſind aber in 22,94 Theilen Natron 5,897, und in 40,11 Theilen Waſſer 35,397 Theile Sauerſtoff enthalten, und es iſt 5,897 × 6 = 35,382. In dieſem Salze enthält alſo das Kryſtallwaſſer 6 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis.

Eſſigſaurer Kalk. Um dieſes Reſultat einigermaſsen zu controlliren, verwandelte ich 10 Gr. in ſtrenger Hitze verwitterten *eſſigſauren Kalk* in ſalzſauren Kalk, und erhielt davon 7,005 Gr., welche 3,5782 Gr. reinen Kalk enthalten. Der eſſigſaure Kalk beſtehet dieſem zu Folge aus

Eſſigſäure	64,218	100,00
Kalk	35,782	55,74
	100,000	155,74

Die Menge Natron, welche 100 Th. eſſigſauren Kalk ſättiget, enthält aber 15,89 Theile Sauerſtoff, und die Menge des in 100 Theilen dieſes Salzes enthaltenen Kalks 15,71 Th. Sauerſtoff. Dieſe Analyſe ſcheint folglich die vorige zu beſtätigen, obgleich beide nicht in den letzten Zahlen übereinſtimmen; ſie beweiſen, daſs die Menge Sauerſtoff, welche 100 Th. Eſſigſäure in den Baſen vorausſetzen, von dieſen beiden Zahlen nicht bedeutend entfernt ſeyn kann.

Salzſaures Ammoniak. Aus meiner bereits mitgetheilten Analyſe dieſes Salzes erhellet, daſs es folgendermaſsen zuſammengeſetzt iſt:

Salzſäure	50,86
Ammoniak	31,95
Waſſer	17,19 *)

*) S. Hrn. Berzelius Abhandl. *Ann. N. F.* B. 7. S. 447. und *erſte Fortſetzung* B. 8. S. 173. Kalk entbindet aus

Schwefelſäure	46
Kalkerde	35
Waſſer	21
	100

Dieſe Menge Kalk enthält 9,29, und das Waſſer 18,53 Th. Sauerſtoff. Nun ſind $9{,}29 \times 2 = 18{,}58$. Das Waſſer in dieſem Salze enthält alſo *doppelt* ſo viel Sauerſtoff, als die Baſis.

Salzſaurer Kalk. Ich hatte vor einigen Jahren eine Menge ſchöner Kryſtalle von ſalzſaurem Kalk aufgeſammelt und verwahrt. Dieſe wurden nun ſchnell zerſtoſsen und zwiſchen vielfachem und mehrere Mal gewechſeltem Löſchpapier in einer Preſſe getrocknet, bis das Salz dem Papier keine Feuchtigkeit mehr mittheilte. Ich wog 10 Gramme des Salzes, das auf dieſe Weiſe getrocknet worden war, in einem verſchloſſenen gläſernen Kolben ab, erhitzte ſie dann in dem offenen Kolben, und brachte ſie endlich zum Glühen. Das Salz hatte dabei 49,603 Procent an Gewicht verloren. Der kryſtalliſirte ſalzſaure Kalk iſt alſo folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

Salzſäure	24,686
Kalk	25,711
Waſſer	49,603
	100,000

Nun enthalten aber 49,603 Th. Waſſer 43,774 Th. Sauerſtoff, und 25,711 Th. Kalk 7,24 Th. Sauerſtoff, und es iſt $7{,}24 \times 6 = 43{,}44$. Daſs hier ein kleiner Ueberſchuſs an Waſſer nicht verhindert werden konnte, iſt leicht einzuſehen. Das Kryſtallwaſſer

des ſalzſauren Kalks enthält alſo *ſechs* Mal ſo viel Sauerſtoff, als der darin befindliche Kalk.

Schwefelſaures Eiſenoxydul. Zehn Gramme ſchwefelſaures Eiſenoxydul in einer kleinen Glasretorte vier Stunden lang ſehr ſtark, aber nicht bis zum Glühen erhitzt, hatten 45,4 Gr. Waſſer verloren. Dieſes Salz beſtehet alſo aus

Schwefelſäure	28,9
Eiſenoxydul	25,7
Waſſer	45,4
	100,0

Der Sauerſtoff des Waſſers beträgt 40,16, und der des Oxyduls 5,8 Theile, und es iſt 5,8 × 7 = 40,6. Wir ſehen alſo, daſs in dieſem Salze das Kryſtallwaſſer 7 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthält.

Schwefelſaures Zinkoxydul. Zehn Gramme trocknes ſchwefelſaures Zinkoxydul in einem gewogenen Platintiegel über einer Weingeiſtlampe erhitzt, verloren 36,45 Procent an Gewicht. Da nun das waſſerfreie Salz in 100 Th. 49,52 Th. Schwefelſäure und 50,48 Th. Baſis enthält, ſo beſtehet das kryſtalliſirte Zinkoxydul in 100 Theilen aus

Schwefelſäure	30,965
Zinkoxydul	32,585
Waſſer	36,450
	100,000

Die Baſis enthält 6,39 und das Waſſer 32,15 Theile Sauerſtoff; es iſt aber 6,39 × 5 = 31,95; das Waſſer muſs alſo in dieſem kryſtalliſirten Salze 5 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthalten.

Schwefelſaures Kupferoxyd. Zehn Gr. dieſes kryſtalliſirten Salzes verloren beim Verwittern über einer Weingeiſtlampe 36,3 Procent an Gewicht. Das kryſtalliſirte ſchwefelſaure Kupferoxyd iſt alſo folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

Schwefelſäure	31,57 *)
Kupferoxyd	32,13
Waſſer	36,30
	100,00

Der Sauerſtoff dieſer Menge Kupferoxyds (zu 24,5 auf 100 Theile Kupfer gerechnet, (vergl. *Annal.* B. 7. S. 283.) beträgt 6,32, und der des Waſſers 32. Nun iſt aber $6{,}32 \times 5 = 31{,}6$; das Kryſtallwaſſer enthält alſo in dieſem Salze 5 Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis.

Salpeterſaures Wismutoxydul. Zehn Gramme kryſtalliſirtes und in Pulverform in der Luft getrocknetes ſalpeterſaures Wismutoxydul wurden in einer kleinen Retorte bis zum völligen Glühen erhitzt. Sie gaben in einem Verſuch 5,13 und in einem andern 5,12 Gr. flüſſige, nicht rauchende Salpeterſäure. Dieſes Salz muſs alſo mehr Waſſer enthalten, als erfordert wird, um die Säure in ihrer höchſt concentrirten Geſtalt darzuſtellen. Nach den ſehr genauen Verſuchen des Hrn. Lagerhjelm enthält das Wismutoxydul 10,13 Procent Sauerſtoff; 48,8

*) Zu Folge der berichtigten Analyſe des ſchwefelſauren Baryts (vergl. Gilb. *Annal.* B. 38. S. 169.) ſind nämlich in 5 Grammen ſchwefelſaurem Kupfer 2,477 Gr., alſo 49,55 Procent Schwefelſäure und 50,45 Proc. Kupferoxyd enthalten, oder auf 100 Th. Schwefelſäure 101,82 Th. Kupferoxyd (vergl. *daſ.* B. 37. S. 288). *Berzelius.*

Theile Oxydul enthalten alſo 4,9434 Th. Sauerſtoff, und müſſen folglich 33,7 Theile Salpeterſäure ſättigen *). Was an 100 Th. fehlt, d. i. 17,5 Theile, müſſen Waſſer geweſen ſeyn. Dieſe enthalten aber 15,4 Th. Sauerſtoff, und es iſt 4,9434 × 3 = 14,83. Wir ſehen alſo, daſs nach dieſem Verſuche, der wegen der leichten Zerſetzbarkeit dieſes Salzes durch atmoſphäriſche Feuchtigkeit nicht völlig genau ſeyn kann, das Kryſtallwaſſer in dieſem Salze *drei* Mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis enthalten muſs.

Schlüſſe.

Ich halte dieſe unter ſo verſchiednen Salzen gewählten Beiſpiele für hinreichend, um das Geſetz zu beweiſen, „daſs in den Salzen der Sauerſtoff „des Kryſtallwaſſers ſtets ein Multiplum nach einer ganzen Zahl von dem der *Baſis* iſt, oder (wie „bei der Citronenſäure und dem baſiſchen kohlenſauren Kupferoxyd) ein Submultiplum nach einer „ganzen Zahl von der Sauerſtoffmenge der Baſis iſt.“

Wenn wir den Sauerſtoff des Kryſtallwaſſers mit dem der *Säure* vergleichen, finden wir nicht immer ein Verhalten nach dem nämlichen Geſetze; denn es iſt z. B. im ſchwefelſauren Natron der Sauerſtoff des Kryſtallwaſſers 3½ Mal dem der Säure, und im ſchwefelſauren Ammoniak ¾ Mal dem der Säure gleich. Dieſes hat mich auf folgende Regel geführt: „In Verbindungen von mehrern oxydirten Körpern

*) Indem 100 Th. Salpeterſäure 14⅜ Th. Sauerſtoff in der ſie neutraliſirenden Baſis vorausſetzen; vergl. oben S. 166.

Gilbert.

„Sey der Sauerstoff desjenigen Bestandtheils, der davon am wenigsten enthält, in der Sauerstoffmenge jedes der übrigen Bestandtheile nach einer ganzen Zahl enthalten.“

Sollte sich aber nicht in Zusammensetzungen jeder Art ein *herrschender* Bestandtheil befinden können, von dessen Sauerstoff, wenn auch die Menge desselben nicht die kleinste ist, die Sauerstoffmengen der übrigen Bestandtheile Multipla oder Submultipla seyn müssen? Wenn z. B. in einem basischen Salze die Säure ein Drittel, und das Wasser halb so viel Sauerstoff als die Basis enthielte, so würde zwar der Sauerstoff der beiden erstern ein richtiges Verhältniss zu dem der Basis haben, welche als der herrschende Bestandtheil anzusehen wäre, aber der Sauerstoff des Wassers wäre nicht ein Multiplum von dem der Säure, welche in diesem Falle die geringste Menge ausmachte. Unter den wenigen Körpern, welche ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, findet sich kein Beispiel dieser Art; dieses kann indess nicht als ein Beweis gegen diese letztere Ansicht angesehen werden. Da aber jede Zusammensetzung auf den Inbegriff der Verwandtschaften eines jeden ihrer Bestandtheile beruhet, so scheint mir die zuerst angeführte Ansicht die wahrscheinlichere zu seyn.

Ich gestehe, dass wir der Erfahrungen noch zu wenige haben, um solche Folgerungen schon als bewiesene Gesetze aufstellen zu können. Wir sind aber genöthigt, sie fürs Erste wenigstens vor-

ſchlagsweiſe anzunehmen, um zu einer ſicheren Einſicht zu gelangen, und ich bin überzeugt, daſs die hier angeführten Ideen ſich werden im Allgemeinen als richtig bewähren, obſchon ſie manche Berichtigung werden erhalten müſſen, in dem Maaſse als ſich von dem unendlich Vielen, was unſern Unterſuchungen bis jetzt entgangen iſt, immer mehr uns entfalten wird.

II. Geſetze für die Bildung der baſiſchen Salze.

Jeder Chemiker weiſs, was wir unter Neutralſalzen verſtehn; deſſen ungeachtet iſt es ſo leicht nicht, durch eine gute Definition anzugeben, was *neutral* eigentlich iſt. Wenn wir den Zuſtand in den Salzen mit alkaliſcher oder alkaliſch-erdiger Grundlage, in welchem ſowohl die Säure als die Baſis gegen die mehrſten Körper völlig indifferent ſind, und in welchem alſo die Reaction auf Pflanzenfarben aufgehört hat, als Norm für die Neutralität annehmen, ſo ſcheint es, als könnten nur ſolche Salze für neutral angeſehen werden, in denen ſich in der Baſis mit der Säure die nämliche Menge Sauerſtoff als in den alkaliſchen oder alkaliſch-erdigen Salzen verbindet, und in welchen alſo bei einer Wechſelzerlegung von zwei Salzen weder Säure noch Baſis frei wird. Davy nennt in ſeiner Abhandlung über die Elektricität als chemiſches Agens *) jede ſolche Verbindung *neutral*, in wel-

*) Dieſe *Annalen* B. 28. S. 1. f.

eher die urſprünglichen elektriſchen Reactionen aufgehört haben. Dieſes iſt auch in der That der einzige wiſſenſchaftlich-richtige Begriff von einer neutralen Verbindung; er iſt aber nur relativ. Denn ſo z. B. iſt der Sauerſtoff in dem Bleioxydul, dieſer Beſtimmung zu Folge, neutraliſirt; er hat aufgehört, auf die meiſten Körper electro-poſitiv zu reagiren, behält jedoch noch immer eine electro-poſitive Reaction gegen brennbarere Körper, z. B. gegen das Kalium. Ganz das nämliche gilt für die Neutralſalze. Wenn das Kali, das Natron u. a. m. eine Menge Schwefelſäure, welche dreimal ſo viel Sauerſtoff als ſie enthält, mit einer ſo groſsen Kraft ſättigen, daſs die Reactionen der Säure ganz aufhören, ſo iſt dieſes keineswegs der Fall mit dem Zinkoxydul, dem Eiſenoxyd, der Thonerde, der Zirkonerde u. a. Da die Verwandtſchaft der letztgenannten Baſen ſehr ſchwach iſt, ſo ſtrebt jeder Körper, der mit ihren Salzen in Berührung kömmt, eine Portion Säure aus ihnen aufzunehmen, und dadurch äuſsert ſich die Reaction der Säure, und das Salz ſcheint nicht neutral zu ſeyn, obgleich es die neutraleſte Verbindung iſt, welche dieſe Baſen eingehen können. Daſs wir gewohnt ſind, dieſe Salze als *ſäuerliche* zu betrachten, beruht darauf, daſs von den beiden Beſtandtheilen derſelben die Säure die ſtärkſten Verwandtſchaften beſitzt, und daher ihre Reaction auf den Geſchmack und auf die Pflanzenfarben hervorſtechend äuſsert. Wenn wir

aber die Verbindungen der ſchwächeren Säuren mit den ſtärkeren Baſen betrachten, finden wir, daſs in ihnen immer die Baſis die Reactionen äuſsert. So z. B. nennt man zuweilen das gewöhnliche zerflieſsende kohlenſaure Kali ein *baſiſches* Salz; obgleich darin mit der Kohlenſäure in der Baſis die nämliche Menge Sauerſtoff als in dem kohlenſauren Baryt oder Kalk verbunden iſt, und dieſe drei Salze ſich alſo in einerlei proportionellen Sättigungs-Zuſtande befinden. Daſs beide Verbindungen aber *neutral* ſind, ſehen wir deutlich dadurch ein, daſs die Cohäſionskraft dieſer beiden alkaliſch-erdigen Salze hinreichend iſt, die hervorſtechende Reaction dieſer ſehr kräftigen Baſen zu verhindern.

Wir können alſo, glaube ich, alle diejenigen erdigen und metalliſchen Salze als *neutral* anſehen, in welchen die Säure eben ſo viel Theile Sauerſtoff in der Baſis mit ſich vereinigt, als dieſes in einer beſtimmt neutralen Verbindung der nämlichen Säure mit einem Alkali oder einer alkaliſchen Erde geſchieht. So z. B. ſehe ich als *Neutralſalze* an, alle diejenigen ſchwefelſauren Salze, in welchen die Baſis ein Drittel ſo viel Sauerſtoff als die Säure enthält; ferner alle arſenikſaure, kohlenſaure, ſalzſaure und phosphorſaure Salze, in welchen die Baſis halb ſo viel Sauerſtoff als die Säure in ſich ſchlieſst, und ſo ferner. Salze, in welchen des Sauerſtoffs in der Säure verhältniſsmäſsig gegen den der Baſis mehr enthalten iſt, als im Neutralſalze, nenne ich *ſäuer-*

liche oder *ſaure Salze*, und umgekehrt *baſiſche Salze* ſolche, welche des Sauerſtoffs in der Säure, bezogen auf den in der Baſis, verhältnifsmäſsig weniger als das Neutralſalz enthalten.

In der erſten Reihe meiner Verſuche über die beſtimmten Verhältniſſe, wonach die unorganiſchen Körper mit einander verbunden ſind, habe ich zwei Beiſpiele von baſiſchen ſchwefelſauren Salzen angeführt. Ich glaubte nämlich gefunden zu haben, daſs im *baſiſchen ſchwefelſauren Eiſenoxyd* die Schwefelſäure 4 Mal mehr Baſis als in dem neutralen ſättige *), welche Meinung durch eine oberflächliche Unterſuchung des *baſiſchen ſchwefelſauren Kupferoxyds* **) beſtätigt zu werden ſchien. Da ich aber während der Fortſetzung dieſer Verſuche nach und nach zu neuen und richtigeren Begriffen gelangte, zeigte ſich, daſs die Regel für das Verhalten des Sauerſtoffs der Säuren zu dem der Baſen mit dieſer Beſtimmung keineswegs übereinſtimmend war. Denn wäre dieſes Reſultat der Analyſe des baſiſchen ſchwefelſauren Eiſenoxyds richtig, ſo wäre in demſelben der Sauerſtoff der Säure 3 Viertel von dem der Baſis, und alſo weder ein Multiplum noch ein Submultiplum nach einer ganzen Zahl von dem der Säure. Dieſes veranlaſste mich, die Analyſen mit gröſserer Genauigkeit zu wiederholen.

*) Vergl. *Annal. Neue Folge* B. 7. S. 308. G.

**) *Daſ.* S. 289. G.

1. *Basisches schwefelsaures Eisenoxyd.*

Ich löste rothes Eisenoxyd in concentrirter Schwefelsäure auf, erhitzte die Mischung bis zur völligen Sättigung der Schwefelsäure, löste dann das Salz in Wasser auf, filtrirte die Auflösung, versetzte sie mit kaustischem Ammoniak, jedoch so, dass nicht alles Eisenoxyd herausgefällt wurde, und digerirte die Flüssigkeit 24 Stunden lang mit dem Niederschlage. Der Niederschlag wurde alsdann so lange auf dem Filtrum gewaschen, als das durchgehende Wasser noch mit Barytsalzen eine Reaction auf Schwefelsäure äußerte. Das stark getrocknete Salz hatte ganz das Ansehen des gewöhnlichen niedergeschlagenen Eisenoxyds. Ueber einer Weingeistlampe seines Wassers beraubt, wobei nichts als reines Wasser entbunden wurde, hinterließ es ein rothes, dem *Colcothar Vitrioli* ganz ähnliches Pulver. Zehn Gramme dieses Pulvers streng ausgeglühet, hinterließen 7,98 Gr. Eisenoxyd, und entbanden während des Glühens schweflige Säure. Das Eisenoxyd in Salzsäure aufgelöst und mit Barytsalz geprüft, gab keine wahrnehmbare Spur von Schwefelsäure zu erkennen.

In diesem basischen Salze waren also 20,2 Th. Schwefelsäure mit 79,8 Th. Eisenoxyd verbunden; Diese Menge Eisenoxyd enthält 24,47 Th. Sauerstoff, und die Menge Säure 12,12 Th. Sauerstoff, also (mit einer unbedeutenden Abweichung) *halb* so viel, Sauerstoff als das Oxyd. Wir sehen also, dass in dem basischen schwefelsauren Eisenoxyd die Säure

6 Mal ſo viel Baſis als im neutralen ſättigt; denn nach meiner bereits mitgetheilten Analyſe des neutralen ſchwefelſauren Eiſenoxyds ſättigen 100 Th. Schwefelſäure 65,5 Th. Eiſenoxyd *), und es iſt 65,5 × 6 = 393. Nach der hier angeführten Analyſe des baſiſchen Salzes ſättigen in demſelben 100 Theile Säure 395 Th. Eiſenoxyd; welches eine ſo kleine Verſchiedenheit iſt, daſs ſie nur für einen Beobachtungsfehler gelten kann.

Ich ſammelte hierauf eine Menge pomeranzengelben Ocker, der ſich aus einer Vitriollauge auf einem Vitriolwerke gebildet hatte, laugte ihn ſorgfältig aus, und trocknete ihn in der Sonne. Ueber einer Weingeiſtlampe ſeines Waſſers beraubt, hatte er 21,7 Procent Waſſer verloren. In der Glühehitze gab er noch 15,9 Proc. Schwefelſäure her, und das rückſtändige rothe, nicht magnetiſche Eiſenoxyd betrug 62,4 Procent. Nach dieſem Verſuch verbinden ſich 100 Th. Schwefelſäure im baſiſchen Salze mit 392,52 Th. Eiſenoxyd, und der *gelbe Ocker* iſt folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

Schwefelſäure	15,9	100
Eiſenoxyd	62,4	392,52
Waſſer	21,7	
	100,0	

Dieſe Menge Waſſers enthält 19,15, das Eiſenoxyd 19,13 und die Schwefelſäure 9,54 Th. Sauerſtoff. Die Baſis und das Waſſer ſchlieſsen alſo in dieſem Salze gleiche Mengen Sauerſtoff in ſich, und

*) *Annal. N. F. B. 7. S. 308.*

die Säure genau die *Hälfte* so viel Sauerstoff. Ihres ganz verschiednen Ansehens ungeachtet, waren also der *gelbe Ocker* und der *braunrothe Niederschlag* ganz die nämliche Verbindung. Ich bedaure indefs, dafs die erst beschriebene Analyse in die Zeit fällt, als ich über das Krystallwasser noch keine Erfahrungen gesammelt hatte.

Ich war nicht wenig begierig, die Ursache zu erforschen, warum dieses Resultat von dem meiner früher mitgetheilten Analyse dieses Salzes so weit abwich, und bereitete zu dem Ende das basische Salz wiederum auf die nämliche Weise wie damals. Ich löste nämlich Eisen in verdünnter Schwefelsäure auf, der ich, um die Ausbeute an Oxydsalz zu vermehren, ein wenig Salpetersäure zugesetzt hatte. Als sich nichts mehr auflösen wollte, stellte ich, um die Abscheidung des basischen Salzes zu beschleunigen, ein blankes Eisen in die filtrirte Auflösung, und setzte sie in einem offenen Gefäfs einer Temperatur von 25 bis 30° mehrere Tage lang aus. Ich erhielt dabei eine beträchtliche Menge eines ockergelben Pulvers, welches den Hauptcharakter des von mir zuerst analysirten basischen schwefelsauren Eisens besafs, dafs es sich nämlich nur wenig, und nach dem Austrocknen beinahe gar nicht, in Salzsäure auflöste, und von kaustischem Kali nicht verändert wurde. Als ich diesen gelben, gut ausgewaschenen Ocker erst in der Sonne trocknete, und dann in einer kleinen gläsernen Retorte erhitzte, erhielt ich in der Vorlage ein mit Ammoniak stark

einem andern, von welchem alle andere Verbindungen Multipla seyn müssen. Da nur sehr wenige Verbindungsgrade zwischen zwei Körpern für sich, d. i. ohne Dazwischenkunft eines oder mehrerer andern Körper, Statt finden, und da diese vielleicht niemals, oder doch nur höchst selten, Verbindungen im *Minimum* darstellen, so sind wir genöthigt, diese *Minima* in dergleichen vielfacheren Verbindungsarten aufzusuchen. Es wird schwer halten, das wahre *Minimum* zu entdecken; jeder gute in dieser Hinsicht gemachte Versuch aber wird von interessantem Folgen seyn. Das so eben analysirte basische Eisensalz mag mir hier zum Beispiele der Erläuterung dienen. Sollten wir in der Folge keine Verbindung der Schwefelsäure mit einer noch grössern Menge Eisen in dem Eisenoxydul- oder Eisenoxyd-Salze entdecken, und sollte das in diesem Versuch gefundene Verhältniss des Schwefels zum Eisen den grössten gemeinschaftlichen Divisor von allen den Verhältniss-Zahlen seyn, welche in den Mischungen des Schwefels mit dem Eisen Statt finden, so dürften wir hoffen, hier das Minimum von Schwefelgehalt des Eisens gefunden zu haben. In dieser niedrigsten Stufe würden sich also z. B. 100 Theile Eisen mit 14,66 Th. Schwefel vereinigen. In dem magnetischen Schwefel-Eisen (*im Minimum* genannt, weil es die niedrigste Stufe der Verbindung ist, welche wir für sich darstellen können), oder im neutralen schwefelsauren Eisenoxydul, sind 100 Th. Eisen mit $14{,}66 \times 4 = 58{,}64$, im schwefel-

ſauren Eiſenoxyd mit 14,66 × 6 = 87,96, und im gewöhnlichen Schwefelkies mit 14,66 × 8 = 117,28 Th. Schwefel verbunden. Es ſind dieſes alſo Multipla von dem *Minimo* nach 4, 6 und 8, und wir finden, daſs dieſe Multipla bis auf die Tauſendtel mit den Reſultaten der Verſuche übereinſtimmen. Es läſst ſich vermuthen, daſs das Multiplum nach 2, welches wir hier vermiſſen, auch exiſtirt, obgleich in einer vielleicht noch unbekannten Verbindung, z. B. in einem baſiſchen Oxydſalze, in welchem die Schwefelſäure und das Eiſenoxyd gleiche Theile Sauerſtoff enthalten. Wenn nun 14,66 Th. Schwefel die geringſte Menge wäre, mit welcher ſich 100 Th. Eiſen verbinden können, ſo würde daraus folgen, daſs kein baſiſches ſchwefelſaures Eiſenoxydul-Salz möglich iſt. Wenn aber umgekehrt ein ſolches Salz entdeckt werden ſollte, ſo würden 14,66 Th. Schwefel auf 100 Th. Eiſen nicht die Stufe des *Minimum's* ſeyn; dieſe könnte dann nicht höher als 4,9 ſeyn, und würde den gröſsten gemeinſchaftlichen Diviſor für alle Verbindungen des Schwefels mit 100 Th. Eiſen darſtellen. Ungefähr auf dieſe Weiſe habe ich das *Minimum* vom Sauerſtoff in den Verbindungen des Kohlenſtoffs mit dem Sauerſtoffe zu finden geſucht; um indeſs auszumachen, welche von den mehreren Zahlen, die das Minimum des Sauerſtoffgehalts darſtellen könnten, das wahre Minimum ſey, dazu wird eine groſse Menge von Verſuchen erfordert, und dieſe dürften einander

jährige Arbeit erfordern, ehe sie zu einem einigermaßen sichern Resultat führen werden.

2. *Basisches schwefelsaures Kupferoxyd.*

Ich schlug schwefelsaures Kupferoxyd so mit kaustischem Ammoniak nieder, daß nicht alles Oxyd gefällt wurde, und erhitzte 10 Gr. von dem wohl ausgewaschenen und getrockneten Niederschlag in einer gläsernen Retorte über einer Weingeistlampe so lange, als noch Wasserdämpfe daraus verjagt wurden. Das so getrocknete Salz hatte 14,5 Procent an Gewicht verloren. Als ich es in Salpetersäure auflöste, und die Auflösung mit Barytsalz niederschlug, erhielt ich 8,55 Gramme geglüheten schwefelsauren Baryt, welchem 21,28 Proc. Schwefelsäure entsprechen. Dieses Salz besteht also aus

Schwefelsäure	21,28	100
Kupferoxyd	64,22	301,8
Wasser	14,50	
	100,00	

Diese Menge Schwefelsäure enthält 12,74, das Kupferoxyd 12,66, und das Wasser 12,87 Theile Sauerstoff; in allen drei Bestandtheilen finden sich also *gleiche* Mengen Sauerstoff. Es sättigen folglich 100 Th. Schwefelsäure in diesem Salze *drei* Mal so viel Kupferoxyd, als im neutralen schwefelsauren Kupferoxyd.

3. *Basisches schwefelsaures Wismutoxydul.*

Herr Lagerhjelm fand in seinen Versuchen über das Wismut, daß in dem schwefelsauren Wismutoxydul die Säure 3 Mal den Sauerstoff der Basis

enthält. Ich zerlegte daher eine Menge neutrales Salz durch zugesetztes Wasser, und laugte das unaufgelöste basische Salz mit Wasser aus. Das auf einer Sandkapelle stark und lange getrocknete Salz wurde dann in einem gewogenen Platintiegel geglühet, so lange noch eine Spur von schwefliger Säure entzunden wurde. Es hatte dabei 14,5 Procent an Gewicht verloren, und besteht also aus

Schwefelsäure	14,5	100
Wismutoxydul	85,5	590
	100,0	690

Diese Menge Schwefelsäure enthält 8,685, und das Wismutoxydul 8,66 Th. Sauerstoff; die Säure sättiget also in diesem Salze *drei* Mal so viel Basis, als im Neutralsalze.

4. Basische salpetersaure und salpetrigsaure Salze.

Von dem *basischen* und dem *überbasischen salpetersauren* und *salpetrigsauren Bleioxydul*, und von dem *basischen salpetersauren Kupferoxyd*, habe ich umständlich in der *zweiten* Fortsetzung meiner Abhandlung oben S. 176 f. gehandelt, und gezeigt, wie sie theils meine Idee von der Zusammensetzung des Stickstoffs, theils die Gesetze, welche ich für die Bildung der basischen Salze hier aufgestellt habe, bestätigen.

5. Kohlensaures Kupferoxyd.

Zehn Gramme in der Siedehitze niedergeschlagenes, und in der Sonne getrocknetes kohlensaures Kupferoxyd in einer kleinen gewogenen gläsernen

Retorte geglühet, gaben im erſten Verſuch 7,26 und im zweiten Verſuch 7,17 Gr. ſchwarzes Kupferoxyd. In der Vorlage wurde eine beträchtliche Menge Waſſers angeſammelt. Dieſes Salz kann alſo nicht ſo viel Kohlenſäure enthalten, daſs dieſe damit ein Neutralſalz darſtellte; die Säure und das Kupferoxyd müſſen folglich *gleiche* Mengen Sauerſtoff enthalten, und daher 71,7 Theile Oxyd 19,75 Th. Kohlenſäure aufnehmen; die übrigen 8,67 Theile ſind Waſſer, welches 7,5 Theile Sauerſtoff enthält. Jene Menge Kupferoxyd enthält aber 14,34 Th. Sauerſtoff; der Sauerſtoff des Waſſers beträgt alſo halb ſo viel, als der der Baſis. Die geringe Verſchiedenheit in dem Reſultate des Verſuchs muſs darin liegen, daſs ein kleiner Theil des kohlenſauren Kupferoxyds durch die Wärme ſeines überſchüſſigen Waſſers nicht gehörig beraubt worden iſt.

Es iſt nämlich bekannt, daſs kohlenſaures Kupfer, welches in der Kälte niedergeſchlagen wird, ein ſehr voluminöſes Pulver giebt, deſſen Farbe blaulichgrün iſt. Wird es dagegen in der Siedehitze niedergeſchlagen, ſo erhält man einen ſchweren, kleinkörnigen und gelblich-grünen Niederſchlag. Ich ſahe dieſe beiden Niederſchläge für verſchiedene kohlenſaure Verbindungen an, und wollte die kalt gefällte Verbindung ſammeln und durch kaltes Waſſer auslaugen; ſie wurde aber während dieſer Arbeit gröſstentheils in die ſchwerere gelblich-grüne verwandelt, und ich konnte ſie nie

im reinen Zustande darstellen. Zufälliger Weise setzte ich mir den Tag vorher niedergeschlagenes kohlensaures Kupferoxyd, welches noch in der Flüssigkeit geblieben war, auf die Sandkapelle; als die Kohlensäure aus der Flüssigkeit entwichen war, sah ich, wie das zunächst auf dem Boden liegende kohlensaure Kupferoxyd sich zusammenballte und gelblich grün wurde, ohne dafs sich dabei das geringste Aufbrausen wahrnehmen liefs; und dieses erstreckte sich nach und nach aufwärts in dem Maafse, als sich die Flüssigkeit erwärmte. Diese Veränderung in der Gestalt scheint also keine Veränderung in dem Gehalt an Kohlensäure, sondern nur im Wassergehalt zu seyn; eben so wie das kohlensaure Zinkoxydul in einer Temperatur, welche die Siedehitze des Wassers nicht erreicht, das gebundene Wasser fahren läfst und sich in schwerere Körner zusammenballt, und wie das blaue Kupfer-Hydrat, wenn man die Flüssigkeit erwärmt, das Wasser verläfst und sich als schwarzes Kupferoxyd absetzt. Auch andere basische Kupfersalze, welche, wenn sie kalt niedergeschlagen werden, leicht und voluminös sind, werden in der Hitze schwerer, und nehmen eine mehr ins Gelbe ziehende Farbe an.

6. *Basische salzsaure Salze.*

Aus einigen meiner ältern Analysen *) wissen wir, dafs die Salzsäure im *basischen salzsauren Kupferoxyd* und im *basischen salzsauren Bleioxydul* 4 Mal so viel Basis als im neutralen Salze sättigt. Da die Salz-

*) Diese Annalen Neue Folge Bd. 7. S. 290.

trägt, so enthält die ganze Wassermenge dieses Salzes 7 Mal so viel Sauerstoff, als die eine der beiden Basen. Die Sauerstoffmengen der vier Körper, welche dieses Salz ausmachen, verhalten sich also wie 1:1:6:7.

Schwefelsaures Ammoniak-Kupferoxyd.

Zehn Gramme von diesem fein gepulverten und in der Sonne getrockneten Salze wurden in einer kleinen Retorte mit Kalk vermischt, und das Ammoniak wurde, ganz auf die nämliche Weise wie bei dem schwefelsauren Ammoniak, herausgetrieben. Der Apparat hatte dabei 0,827 Gr. an Gewicht verloren. Zehn andre Gramme in Wasser aufgelöst, wurden mit so viel kohlensaurem Kali, als zur Sättigung der Schwefelsäure ungefähr erforderlich war, gemischt, und dann zum Trocknen abgeraucht. Wieder in Wasser aufgelöst, hinterliessen sie kohlensaures Kupferoxyd. Die Flüssigkeit, welche einen kleinen Ueberschuss an Alkali hatte, fällte ich mit Schwefel-Wasserstoffgas, wodurch eine leichte Spur von Kupfer zum Vorschein kam. Das erhaltene geglühte Kupferoxyd wog 2 Gr. Diese enthalten 0,3952 Gr. Sauerstoff, und dann kommen auf die 0,827 Gr. kaustisches Ammoniak 0,3897 Gr. Die beiden Basen enthalten also gleiche Theile Sauerstoff. Wenn man nun die zu ihrer Neutralisirung nöthige Menge Schwefelsäure berechnet, so bleibt eine Menge Krystallwasser übrig, welche 7 Mal so viel Sauerstoff als jede Basis enthält. In

dieſem Doppelſalze behält alſo jedes der beiden Salze die nämliche Menge Kryſtallwaſſer, welche demſelben urſprünglich angehört, wie man aus den Analyſen der einfachen Salze ſehen kann. Die Sauerſtoffmengen der Beſtandtheile verhalten ſich hier zu einander wie im vorhergehenden, nämlich 1 : 1 : 6 : 7.

Alaun.

Der Alaun gehört auch zu den Doppelſalzen. Man pflegt ihn faſt immer für ein ſaures Doppelſalz auszugeben, meine Unterſuchung dieſes zuſammengeſetzten Salzes ſcheint aber dieſe Meinung zu widerlegen.

Zwanzig Gramme reiner Alaun wurden in einem Platintiegel über einer Weingeiſtlampe erhitzt, bis ſie nicht mehr an Gewicht verloren. Die aufgeſchwollene Maſſe wurde in dem Tiegel zuſammengedrückt, und der Tiegel zuletzt bedeckt, damit die Hitze alle Theile des Salzes gleichmäſsig durchdringen möchte. Er hatte nun 9 Gr. an Gewicht verloren, und ich konnte nicht das geringſte Zeichen von verflüchtigter Säure wahrnehmen, welche ſich doch durch den Geruch hätte zu erkennen geben müſſen. Der Alaun enthält alſo 45 Proc. Kryſtallwaſſer. — Das waſſerfreie Salz wurde wieder in Waſſer aufgelöſt, welches ſehr langſam und nicht ohne Beihülfe der Wärme vor ſich ging, und dann mit ſalzſaurem Baryt niedergeſchlagen. Der gewaſchene und geglühete Niederſchlag wog 19,975 Gr., alſo bis auf eine Kleinigkeit ſo viel, als der ange-

wandte Alaun. Der kryſtalliſirte Alaun enthält alſo 34,255 Procent Schwefelſäure *).

Zehn Gramme Alaun wurden in Waſſer aufgelöſt, und mit Ammoniak in Uebermaaſs verſetzt und digerirt. Die Thonerde, welche ſich hierbei ausſchied, gut ausgewaſchen und gebrannt, betrug 10,67 Procent. Da dieſes mit der Angabe des Hrn. Thenard nicht übereinſtimmte, wiederholte ich den Verſuch mit 50 Gr. Alaun. Nach dem Filtriren wurde die mit überſchüſſigem Ammoniak verſetzte Flüſſigkeit und das Waſſer, womit die Thonerde gewaſchen worden war, zur Trocknifs abgedampft, und dann wieder in Waſſer aufgelöſt, wobei noch eine kleine Menge Thonerde erhalten wurde. Die geſammelte und geglühete Erde wog 5,43 Gramme, und verlor durch wiederholtes Glühen nichts mehr am Gewicht. Der Alaun enthält alſo nicht mehr als 10,67 bis 10,86 Proc. Thonerde.

Zehn Gr. Alaun in Waſſer aufgelöſt und in einem kleinen gläſernen Kolben mit kohlenſaurem Strontion ſo lange digerirt, als noch ein Aufbrauſen entſtand, wenn mehr von dieſem zugeſetzt wurde, und dann mit überſchüſſig zugeſetztem kohlenſaurem Strontion gekocht, wurde auf dieſe Weiſe ganz ihrer ſchwefelſauren Thonerde beraubt. Der Niederſchlag war nicht, wie man von der Thon-

*) Nach der berichtigten Analyſe des ſchwefelſauren Baryts in der Erſten Fortſetz. (*Ann.* B. 37. S. 169.) enthalten 100 Theile dieſes Salzes 34,314 bis 34,48 Theile Schwefelſäure. Die erſte dieſer Zahlen würde für den Alaun 34,27 Procent Schwefelſäure geben. *Gilbert.*

erde erwarten ſollte, aufgequollen, ſondern ſchwer, und ließ ſich leicht auslaugen. Die durchgeſeihete Flüſſigkeit war nicht alkaliſch, und als ich ſie mit Ammoniak verſetzte, wurde keine Trübung hervorgebracht. In einem gewogenen Platintiegel zugleich mit dem Waſchwaſſer abgedampft und geglüht, gab ſie 1,815 Gr. ſchwefelſaures Kali, welchem 0,981 Gr. Kali entſprechen.

Da wir geſehen haben, daſs die Thonerde bis zu 46,7 Procent Sauerſtoff enthält (S. 262), ſo iſt es unmöglich, daſs hier die Baſen *gleiche* Theile Sauerſtoff enthalten können. Der Alaun iſt nach dieſen Verſuchen folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

		oder	
Schwefelſäure	34,25	Schwefelſaure Thonerde	56,45
Thonerde	10,86	Schwelfaures Kali	18,15
Kali	9,81	Waſſer	45,00
Waſſer	45,00		100,00
	100,00		

Nun aber neutraliſiren 9,81 Theile Kali 8,37 Th. Schwefelſäure, und es bleiben alſo für die Thonerde 25,86 Th. Schwefelſäure zurück; die Thonerde ſättiget alſo in dem Alaun 3 Mal ſo viel Säure als das Kali (denn $8{,}37 \times 3 = 25{,}11$); die Thonerde muſs alſo auch 3 Mal ſo viel Sauerſtoff als das Kali enthalten. Nun aber enthalten 9,81 Th. Kali 1,674 Th. Sauerſtoff und 10,86 Th. Thonerde 5,077 Th. Sauerſtoff, und es iſt $1{,}674 \times 3 = 5{,}022$. Die 45 Th. Waſſer enthalten 39,71 Th. Sauerſtoff, und es iſt $5{,}022 \times 3 = 40{,}17$. — Zwar iſt dieſe Analyſe nicht in den letzten Zahlen richtig, man ſiehet aber aus

ihr doch ſo viel mit Sicherheit, daſs in dem Alaun die Thonerde 3 Mal ſo viel Sauerſtoff als das Kali enthält, und in ihm haben wir alſo ein Doppelſalz, in welchem der Sauerſtoff der einen Baſis ein Vielfaches nach einer ganzen Zahl von dem der andern Baſis iſt.

Da das bei dieſer Analyſe gefundene Verhältniſs zwiſchen der Thonerde und der Schwefelſäure mit dem bei der Analyſe der neutralen ſchwefelſauren Thonerde gefundenen, ſo nahe als es nur bei dieſen Verſuchen zu erwarten iſt, übereinſtimmt, ſo kann der Alaun nicht ein ſaures Salz ſeyn, ſondern er verdankt ſeine ſauren Eigenſchaften dem Thonerdenſalze, in welchem die Säure ſo loſe gebunden iſt, und welches ohnedem hier in ſo groſsem Verhältniſs gegen das Kali-Salz gegenwärtig iſt, daſs es beinahe alle ſeine äuſseren Merkmahle dem Doppelſalze eindrückt.

Der Alaun und die übrigen Doppelſalze geben uns intereſſante Beiſpiele von Vereinigungen mehrerer oxydirten Körper. Das Kali enthält hier die geringſte Menge Sauerſtoff, und dieſe muſs alſo für die Sauerſtoffmengen der übrigen Beſtandtheile der gemeinſchaftliche Diviſor ſeyn. Setzen wir den Sauerſtoffgehalt des Kali = 1, ſo iſt der der Thonerde = 8, der der Schwefelſäure = 12 und der des Waſſers = 24.

Schlieſslich muſs ich bemerken, daſs meine Analyſe des Alauns von der der Herren Thenard und Roard etwas abweicht. Sie fanden im Alaun

12½ Procent Thonerde, und dagegen nur 16 Procent ſchwefelſaures Kali *). Sie arbeiteten mit 489 Gramme Alaun, von dem ſie 61 bis 62 Gr. Thonerde erhielten; dieſe mochten im feuchten Zuſtande wohl das Volumen von 10 Pfund Waſſer einnehmen, und alſo entweder auf einem ſehr groſsen oder auf mehrern kleinen Filtris aufgenommen werden; in beiden Fällen war die völlige Auslaugung und die Abſonderung vom Papiere groſsen Schwierigkeiten unterworfen. Auch iſt zu vermuthen, daſs die Ausſcheidung des ſchwefelſauren Kali aus der bei dieſer Gelegenheit gewonnenen Flüſſigkeit durch Zuſatz von Kalkerde kein ſcharfes Reſultat geben konnte. Die Verſchiedenheit unſerer Reſultate war daher vielleicht mehr der gröſsern oder geringern Zweckmäſsigkeit der angewendeten Methoden als dem Experimentator zuzuſchreiben. Ueberdieſs iſt es ausgemacht, daſs eine zu ſehr im Groſsen angeſtellte Analyſe niemals ein recht ſcharfes Reſultat geben kann; auch ſcheinen jene Chemiker hier nicht die äuſserſte Schärfe beabſichtigt zu haben.

*) Hr. Vauquelin fand bei ſeinen vergleichenden Analyſen verſchiedner Arten Alaun (*Ann. de Chimie* t. 50.) das Miſchungsverhältniſs immer daſſelbe, und zwar in 100 Theilen 10,5 Th. Thonerde, 10,4 Th. Kali, 30,52 Th. Schwefelſäure und 48,58 Theile Waſſer. Die Menge der Schwefelſäure und des Waſſers zuſammengenommen ſtimmen mit der Analyſe des Hrn. Berzelius ſehr nahe überein. Von der Thonerde giebt Vauquelin etwas weniger an, welches ſeinen Grund vielleicht eben darin hat, warum Hr. Berzelius in ſeinem erſten Verſuche S. 310. zu wenig Thonerde fand. *Gilbert.*

Ein baſiſches Doppelſalz.

Es giebt auch baſiſche Doppelſalze; ich habe bis jetzt aber nur ein einziges unterſucht, nämlich die in der Pharmacie unter dem Namen *Cuprum ammoniatum* bekannte Verbindung. Um dieſes Salz zu bereiten, löſte ich ſchwefelſaures Kupferoxyd in kauſtiſchem Ammoniak auf, ſchlug das baſiſche Doppelſalz mit Alkohol nieder, wuſch es dann mit Alkohol und trocknete es in der Luft. Es iſt ſehr ſchwierig, den Augenblick der völligen Austrocknung genau zu beobachten; denn das Salz zerſetzt ſich auf der Oberfläche, ehe der Alkohol aus dem Innern verflüchtigt worden iſt; es wird dann nach und nach himmelblau und auf dem Rande grün. Es läſst ſich daher keine ganz genaue Analyſe dieſes Salzes erhalten; doch wird es nicht ſchwer ſeyn, mit Beihülfe der hier entwickelten Geſetze der Verbindungen, die wahre Zuſammenſetzung deſſelben aufzufinden, da das Reſultat der Analyſe nicht ſehr weit von der Wahrheit abweichen kann.

Ich entzog einem Antheil dieſes Salzes, auf einer erhitzten Sandkapelle, das überſchüſſige Ammoniak, bis es ganz grau geworden war; es hatte nun 20,33 Procent an Gewicht verloren. Als ich den Verſuch in einer kleinen Retorte wiederholte, fand ich, daſs ſich dabei auch ein wenig Waſſer entband. Wenn dieſes graue Pulver mit Waſſer übergoſſen wurde, nahm es erſt eine hellblaue, und dann, wenn ich es gelind erhitzte, eine

ſchwarzbraune Farbe an. Dieſes rührte unſtreitig daher, daſs ſich das Salz zerſetzte, und einen Antheil neutrales ſchwefelſaures Ammoniak-Kupfer bildete, wobei erſt Kupfer-Hydrat entſtand, welches ſich dann in der Hitze zerlegte. Die Auflöſung hatte eine ſchwache blaue Farbe und hinterliefs 40 Procent ſchwefelſaures Ammoniak, mit einer kleinen Menge des Doppelſalzes gemiſcht. Das unaufgelöſte, aus ſchwarz und grün gemiſchte Kupferoxyd wog 48,7 Procent. Die erhaltenen Producte wogen alſo 9 Procent mehr als das angewandte Salz. Dieſes hat ſeinen Grund theils darin, daſs das neugebildete ſchwefelſaure Ammoniak nicht ſo viel Waſſer, als es zum Kryſtalliſiren braucht, in dem baſiſchen Salze vorfindet, wie wir ſogleich ſehen werden, und daher eine neue Menge Waſſer aufnehmen muſste, theils darin, daſs das zugleich entſtehende neue Doppelſalz alles Kryſtallwaſſer aus dem zugegoſſenen Waſſer aufnehmen muſs.

Um die Beſtandtheile dieſes Salzes beſtimmter auszumitteln, löſte ich 5 Gramme davon in Waſſer auf, ſättigte die Auflöſung mit Salzſäure und ſchlug die Schwefelſäure mit ſalzſaurem Baryt nieder. Der gewaſchene und geglühete Niederſchlag wog in einem Verſuch 4,685, und in einem andern 4,7 Gr., welchen 32,25 Procent Schwefelſäure entſprechen.

Aus der Flüſſigkeit wurde der überſchüſſig zugeſetzte Baryt mit ſchwefelſaurem Natron niedergeſchlagen, und dann die filtrirte Auflöſung mit

kohlenſaurem Kali gemiſcht und zur Trocknifs abgedampft. Die wiederaufgelöſte Maſſe hatte einen Ueberſchufs an Kali, und gab eine grünliche Auflöſung; das Kali wurde mit Salzſäure beinahe geſättigt, und das kohlenſaure Kupfer auf ein Filtrum aufgenommen, gewaſchen, getrocknet und geglüht. Die noch ein wenig alkaliſche Flüſſigkeit gab mit Schwefel-Waſſerſtoff noch einen kleinen Rückſtand von Kupfer, welcher für ſich geglühet und mit dem übrigen gewogen, 1,7 Gr. oder 34 Procent Kupferoxyd gab. Wir finden alſo in dieſem Salze das nämliche Verhältnifs zwiſchen der Säure und dem Kupferoxyd, als im neutralen Kupfer-Vitriol, und es verdankt dem Ammoniak ganz und gar ſeine baſiſche Eigenſchaften. Enthält nun aber dieſes Salz eine Menge Ammoniak, welche mit der nämlichen Menge Schwefelſäure für ſich ein Neutralſalz darſtellen ſollte? So glaubte ich anfangs.

Ich miſchte, um dieſes zu unterſuchen, 5 Gr. des nämlichen Salzes, in einer kleinen gewogenen Glasretorte, mit fein geriebenem Kalk, und zerlegte das Salz ganz ſo, wie ich es bei dem ſchwefelſauren Ammoniak angeführt habe. Der kleine Apparat hatte 1,32 Gramme an Gewicht verloren, und das Salz mufs alſo 26,4 Procent Ammoniak hergegeben haben. Die nun fehlenden 7,55 Procent müſſen Waſſer geweſen ſeyn, und das *Cuprum ammoniatum* iſt alſo folgendermafsen zuſammengeſetzt:

Schwefelſäure	32,25
Kupferoxyd	34,00
Ammoniak	26,40
Waſſer	7,35
	100,00

Dieſe Menge Kupferoxyd enthält 6,68, und das Waſſer 6,5 Th. Sauerſtoff, ſie ſtehn alſo zu einander in dieſem Salze in dem nämlichen Verhältniſſe, wie im baſiſchen ſchwefelſauren Kupferoxyd. Das Ammoniak enthält, 12,424 Th. Sauerſtoff, oder beinahe doppelt ſo viel als jene Beſtandtheile; denn wir haben geſehen, daſs es nicht möglich iſt, dieſes Salz im trocknen Zuſtande darzuſtellen, ohne daſs es ein wenig von ſeinem Alkali verloren hat, daher es in dieſer Analyſe zu gering ausfallen muſs.

Es iſt einleuchtend, daſs hier die beiden Baſen zuſammengenommen *gleiche* Menge Sauerſtoff mit der Schwefelſäure enthalten, nämlich das Kupferoxyd ein Drittel und das Ammoniak zwei Drittel von der Sauerſtoffmenge der Säure. Dieſes Salz iſt alſo, wenn wir die beiden Baſen deſſelben als eine einzige betrachten, gerade ſo gebildet, als ein einfaches baſiſches ſchwefelſaures Salz nach der Regel ſeyn ſollte. Die Sauerſtoffmengen in dieſem Salze laſſen ſich folgendermaſsen ausdrücken: die des Kupferoxyds = 1, des Waſſers = 1, des Ammoniaks = 2 und der Schwefelſäure = 3.

Was für eine Veränderung das *Cuprum ammoniatum* während des Verwitterns leidet, iſt nicht ſo leicht zu ſagen. Es ſcheint jedoch, indem es bei

langem Aufbewahren in unvollkommen verſchloſſenen Gefäſsen zu einem himmelblauen Pulver verwittert, die Hälfte des Ammoniaks zu verlieren, da dann die Schwefelſäure zu jeder Baſis für ſich in dem nämlichen Verhältniſſe als im neutralen Salze ſteht. Durch das Verwittern zu einem grünen Pulver geht noch mehr Ammoniak verloren, und der Rückſtand iſt eine Mengung von mehr oder weniger (je nachdem das Verwittern in der Hitze oder in der Luft geſchehen iſt) waſſerfreiem neutralem ſchwefelſaurem Ammoniak mit baſiſchem ſchwefelſaurem Kupferoxyd. Das durch Verwittern in der Hitze gebildete grüne Pulver verträgt eine etwas erhöhete Temperatur, ohne zerlegt zu werden, entbindet dann aber ſchweflige Säure, ſchwefligſaures Ammoniak, Waſſer und Stickgas, und in der Retorte bleibt eine geſchmolzene ſchwarzbraune Maſſe zurück, welche, mit Waſſer übergoſſen, neutrales ſchwefelſaures Kupferoxyd und rothes Kupferoxydul giebt.

Es iſt wahrſcheinlich, daſs alle andere Säuren mit dieſen beiden Baſen ähnliche Doppelſalze geben können; dieſe laſſen ſich aber nicht alle ſo leicht darſtellen, weil ſie in Alkohol auflöslicher ſind.

Wenn es erlaubt wäre, auf einem einzigen Beiſpiel ein allgemeines Reſultat zu gründen, ſo würde ich den Satz aufſtellen, daſs, wenn eine Säure mit zwei Baſen überſättigt wird, die beiden Baſen zuſammengenommen die nämliche Menge Sauerſtoff

enthalten, welche eine einzige Basis, um ein basisches Salz mit der Säure darzustellen, enthalten haben müsste, und dass dabei der Sauerstoff der einen Basis von dem der andern ein Multiplum nach 1, 2, 3 u. s. w. sey.

2. *Doppelsalze aus zwei Säuren, oder Säure-vorstellenden Körpern, und aus einer Basis.*

Diese Salze sind wenig untersucht, und ihre Anzahl scheint sehr gering zu seyn. Die einzigen einigermaßen bewährten Beispiele geben uns die Verbindungen einer Basis mit Schwefel und Schwefel-Wasserstoff, und mit Schwefel und schwefliger Säure. Es ist wahrscheinlich, dass hierbei die beiden electro-positiven Körper den electro-negativen so unter sich theilen, dass sie entweder davon jeder gleiche Theile, oder der eine 2, 3, 4 u. s. f. Mal so viel als der andere aufnehmen.

Ich habe in der Ersten Fortsetzung meiner Abhandlung, bei Untersuchung des Verhaltens des Sauerstoffs der Säuren zu dem der Basen, ein Doppelsalz erwähnt [*Ann.* N. F. B. 8. S. 209 f.], welches aus Salpetersäure, Arsenikssäure und Bleioxydul zusammengesetzt ist. Als ich dieses Salz analysiren wollte, fand ich die Bestandtheile desselben unbestimmt variirend, je nachdem die Mutterlauge, woraus es anschoss, mehr oder weniger concentrirt war. Da es überdiess durch Auflösung in Wasser zersetzt wird, so scheint es nicht als ein Doppelsalz angesehen werden zu können, und ist vielleicht nur

eine innige Vermengung der Kryſtalltheile des ſalpeterſauren mit denen des arſenikſauren Bleioxyduls.

Ich kann hiervon ein anderes Beyſpiel anführen. Ich hatte Auflöſungen von ſalzſaurem Ammoniak und ſalzſaurem Eiſenoxyd gemiſcht und eingeengt, und ließ ſie kryſtalliſiren. Das erhaltene Salz war in Würfeln angeſchoſſen und hatte eine ſchöne rubinrothe Farbe; bei der Analyſe fand ich darin nur $1\frac{3}{4}$ Procent Eiſenoxyd. Wenn es in Waſſer aufgelöſt wurde, verlor es die Farbe, und ich erhielt aus dieſer Auflöſung erſt ein beinahe ungefärbtes, dann ein ſchwach rothgelbes Salz, welches an verſchiedenen Stellen gar nicht, an andern ungleich ſtark, doch auch da nur rothgelb gefärbt war. Dieſe dreifache Verbindung iſt alſo mehr für ein Gemiſch als für ein Doppelſalz zu nehmen.

IV. Allgemeine Ueberſicht der Reſultate meiner Verſuche, welche in dieſen verſchiedenen Abhandlungen beſchrieben ſind.

1.

Wenn zwei Körper, welche wir jetzt für einfach halten, ſich in mehreren Verhältniſſen vereinigen können, ſo ſind dieſe Verhältniſſe, wenn die Menge des negativ-elektriſchen Körpers unverändert bleibt, Multipla nach $1\frac{1}{2}$, 2, 4 *u. ſ. f. von dem kleinſten Verhältniſſe, in welchem der*

poſitiv-elektriſche Körper mit dem negativ-elektriſchen verbunden ſeyn kann *).

Es deuten aber mehrere Erſcheinungen darauf, daſs das Multiplum nach $1\frac{1}{2}$ nur ſcheinbar iſt, und daraus folgt, daſs die Verbindung

*) Der Sinn, den dieſer Satz, nach der Abſicht des Hrn. Verfaſſers, ausdrücken ſoll, iſt folgender: „Geſetzt es können ſich zwei Körper, ein negativ-elektriſcher *A*, und ein poſitiv-elektriſcher *B*, nach verſchiednen Verhältniſſen mit einander verbinden, z. B. *m* Gewichtstheile von *A* mit *n*, oder mit *n'*, oder mit *n''*, oder mit *n'''* Gewichtstheilen von *B*, ſo ſtehn die Zahlen *n*, *n'*, *n''*, *n'''* etc. zu einander in dem Verhältniſſe von $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 4$ etc., oder *n* iſt (abgeſehn von $1\frac{1}{2}$) ein *aliquoter Theil* der übrigen dieſer Zahlen, und dieſe ſind *Vielfache nach einer ganzen Zahl*, von *n*.“ So z. B. verbinden ſich 100 Theile Blei im gelben Oxyde mit 7,7, im rothen mit ungefähr 11,07 und im kirſchrothen Oxyde mit ungefähr 15,6 Theilen Sauerſtoff, und es verhalten ſich ziemlich nahe $7{,}7 : 11{,}07 : 15{,}6 = 1 : 1\frac{1}{2} : 2$. — Wie Hr. Profeſſor Berzelius den Satz ausdrückt, hat er aber für mathematiſche Leſer dieſen Sinn nicht, ſondern einen gänzlich verſchiedenen. Denn wer ſich an die Worte hielte, würde glauben, daſs der Verf. behaupte, die Verhältniſſe $m : n'$ und $m : n''$ und $m : n'''$ wären Vielfache nach $1\frac{1}{2}$, 2, 4 von dem Verhältniſſe $m : n$; dann aber müſste ſeyn $m : n' = 1\frac{1}{2}(m : n) = \sqrt[3]{m^2} : \sqrt[3]{n^2}$, und $m : n'' = 2(m : n) = m^2 : n^2$ und $m : n''' = 4(m : n) = m^4 : n^4$, welches ganz etwas anders iſt, als zu behaupten beabſichtigt wird. Der Satz wäre alſo ungefähr ſo in Worten einzukleiden: „Geſetzt, es können ſich von zwei für uns chemiſch einfachen Körpern, mit einerlei Menge eines elektriſch-negativen Körpers, verſchiedne Mengen eines elektriſch-poſitiven Körpers vereinigen, ſo ſtehn dieſe letztern zu einander in den Verhältniſſen von $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 4$ etc.“ oder „ſo ſind dieſe letztern Vielfache nach $1\frac{1}{2}$, 2, 4 etc. von der kleinſten Menge, in der der zweite Körper mit dem erſtern verbunden ſeyn kann.“ In dem Laufe der Abhandlungen habe ich den Ausdruck mehrmals auf dieſe Art verändert. *Gilbert.*

nach welcher es als Multiplum berechnet worden, nicht das wahre Minimum der Verbindung darſtellt, ſondern daſs andere niedrigere Verhältniſſe vorhanden ſind, nach welchen es ein Multiplum nach 6, 12, 18 u. ſ. w. ſeyn kann. So z. B. enthält die Arſenikſäure $1\frac{1}{2}$ Mal ſo viel Sauerſtoff als die arſenige Säure; allein das ſchwarze Arſenikoxyd, welches durch Oxydirung des metalliſchen Arſeniks in der Luft entſtehet, enthält nur ein Viertel ſo viel Sauerſtoff als die arſenige Säure, und daher iſt der Sauerſtoff dieſer ein Multiplum nach 4, und alſo der Sauerſtoff der Arſenikſäure ein Multiplum nach 6 von der Sauerſtoffmenge des Arſenikoxyds. Ich habe gezeigt, wie dieſes ſich auch auf die Säuren des Schwefels anwenden läſst.

Die bis jetzt gefundenen Progreſſionen ſind Multipla nach geraden Zahlen. Die einzige Ausnahme iſt die Progreſſion für die Oxyde des Ammoniums, welche, wenn wir von der Möglichkeit abſehn, daſs der Waſſerſtoff auch ein Ammoniumoxyd ſeyn kann, auf folgende unregelmäſsige Weiſe fortſchreiten würde: 1, $1\frac{1}{2}$, 3, $4\frac{1}{2}$, 6, $7\frac{1}{2}$ *), wenn wir nämlich die in dem Ammoniak enthaltene Sauerſtoffmenge gleich 1 ſetzen. Wir ſehen hieraus, daſs dieſe Progreſſionsreihe nicht von dem wahren Minimum der Verbindung ausgegangen ſeyn kann, und daſs es niedrigere Oxydations-Stufen des Ammoniums, als den Stickſtoff, geben muſs, unter denen ſich auch

*) Vergl. Erſte Fortſetz. Annal. N. F. B. 8. S. 186.

der Waſſerſtoff nach aller Wahrſcheinlichkeit befindet. Iſt dann der Sauerſtoff des Stickſtoffs von dem des Waſſerſtoffs ein Multiplum nach 6, 12 oder 18, ſo wird die angeführte Progreſſionsreihe ganz regelmäſsig. Noch muſs ich bemerken, daſs dieſe Reihe von dem Punkte an, wo das Ammonium ſeine urſprüngliche electro-chemiſche Modification, um den Stickſtoff zu bilden, verändert, mit gröſsern Multiplicatoren fortgehet.

Die Verhältniſſe, welche man in zuſammengeſetzteren Körpern zwiſchen den Beſtandtheilen antrifft, ſind alle mit dieſen für die einfacheren Verbindungen geltenden Geſetzen übereinſtimmend; z. B. das Verhalten des Schwefels zum Eiſen in den ſchwefelſauren Eiſenſalzen.

2.

Wenn ſich zwei oxydirte Körper vereinigen, ſo läſst ſich das Verhältniſs unter ihnen am leichteſten nach dem Sauerſtoff beſtimmen, indem der Sauerſtoff des einen dem des andern entweder gleich, oder davon ein Multiplum nach einer ganzen Zahl iſt.

Zu dieſen Verbindungen gehören:

a. *Salze,* oder *Verbindungen von Säuren mit Baſen.* In den *neutralen Salzen* iſt der Sauerſtoff der Säure von dem der Baſis ein Multiplum nach 2, 3 etc. bis 8. In den *ſauren Salzen* kann es noch höher gehen. In den *baſiſchen Salzen* iſt der Sauerſtoff der Säure zuweilen ein Multiplum

von dem der Basis, zuweilen demselben in Menge gleich, und nicht selten auch ein Submultiplum desselben nach einer ganzen Zahl.

b. *Hydrate*, oder *Verbindungen des Wassers: Erstens: mit Säuren.* In diesen spielt das Wasser ganz die Rolle einer Basis; die Säure nimmt davon zur Sättigung eine Menge auf, welche genau so viel Sauerstoff als eine Salzbasis enthält, von der diese Menge Säure gesättigt wird. Das mit der Säure auf diese Weise verbundene Wasser ist ganz von dem Krystallwasser einiger krystallisirenden Säuren verschieden.

Zweitens: mit Salzbasen. Das Wasser spielt hier in so fern die Rolle einer Säure, als es ihre Stelle vertritt, enthält aber nur gleiche Theile Sauerstoff mit der Basis, oder ist zuweilen ein Submultiplum vom Sauerstoff der Basis. Das Krystallwasser in einigen krystallisirenden Hydraten ist ganz von dem mit der Basis, in der Stelle einer Säure verbundenen, verschieden.

c. *Verbindungen von Alkalien, Erden und Metalloxyden, zwei und zwei unter einander.* Obgleich unter meinen Versuchen kein Beispiel einer solchen Verbindung vorkömmt, so läfst sich doch aus den angeführten schliefsen, dafs auch sie hierher gehören müssen. Denn ob wir die Oxyde von Chromium, Molybdän, Wolframium *), Tantalum,

*) Man wird in einem der folgenden Hefte die Gedanken des Hrn. Verf. über die chemische Nomenclatur, und so auch über diesen Namen finden. *Gilbert.*

Zinn u. s. w. Säure oder Oxyde nennen, muſs für die Regel gleichgültig ſeyn, und was in dieſem Fall für das eine Oxyd als Geſetz gilt, muſs auch für das andere gelten. Da überdieſs ſolche Verbindungen zweier Baſen mit einander den Doppelſalzen mit zweifacher Baſis zum Grunde liegen, und da wir in dieſen Salzen die hier angeführte Geſetzmäſsigkeit wiederfinden, ſo kann dieſes als bewieſen angeſehen werden.

Verbindungen von zwei Säuren gehören ebenfalls hierher, z. B. die Fluſsſäure und Boraxſäure, wobei es wahrſcheinlich iſt, daſs die ſchwächere Säure die Stelle der Baſis vertritt.

3.

Wenn ſich drei oder mehrere oxydirte Körper mit einander vereinigen, ſo iſt der Sauerſtoff desjenigen Körpers, der davon am wenigſten enthält, ein gemeinſchaftlicher Diviſor für die Sauerſtoffgehalte der übrigen, [oder vielmehr ein *aliquoter Theil* derſelben], *welche alſo von dieſer geringſten Menge Multipla nach ganzen Zahlen ſind.*

Hieher gehören:

a. *Kryſtallwaſſer enthaltende Salze.* In den *Neutralſalzen* enthält das Kryſtallwaſſer 1, 2, 3, 4, 5 etc., ſeltner nur $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ etc. Mal, ſo viel Sauerſtoff als die Baſis. In *baſiſchen Salzen*, in welchen der Sauerſtoff der Säure ein Submultiplum von dem der Baſis iſt, enthält das Kryſtallwaſſer den

Sauerſtoff in einem ſolchen Verhältniſſe, daſs er ein Multiplum ſowohl von dem Sauerſtoff der Baſis als von dem der Säure ausmacht.

b. *Doppelſalze.* Beiſpiele von ſolchen, worin der Sauerſtoff der einen Baſis dem der andern gleich, oder davon ein Multiplum nach einer ganzen Zahl iſt, geben, erſteres die Doppelſalze aus Ammoniak und Magneſia, letzteres der Alaun. Wenn ein ſolches Salz zugleich Kryſtallwaſſer enthält, ſo iſt es eine Verbindung von vier oxydirten Körpern, von dem Waſſer, der Säure und den zwei Baſen. Der Sauerſtoff desjenigen Beſtandtheiles, welcher am wenigſten davon enthält, iſt ein gemeinſchaftlicher Diviſor nach einer ganzen Zahl [d. h. ein aliquoter Theil] der Sauerſtoffgehalte der übrigen, wie wir im Alaun geſehen haben, wo der Sauerſtoff des Kali's in der Thonerde 3 Mal, in der Schwefelſäure 12 Mal und in dem Waſſer 24 Mal enthalten iſt.

c. *Zuſammenſetzungen aus mehreren Alkalien, Erden und Metalloxyden,* wozu die *kryſtalliſirten Mineralien* gehören. Obgleich wir zu der Anwendung der Regel auf die kryſtalliſirten Mineralien durch keinen Verſuch in dieſen Abhandlungen berechtigt ſind, läſst ſich doch die Richtigkeit derſelben nicht bezweifeln; denn warum ſollte der Marmor, der Fluſsſpath, der Schwerſpath u. m. nach einer Regel gebildet ſeyn, welche für andere Mineralien nicht geltend wäre? Dieſes läſst ſich nicht wohl denken.

Auf der andern Seite wird diese Regel der *Mineralogie* gewissermafsen eine mathematische Grundlage verschaffen, und den Chemikern, welche sich mit Mineral-Analysen beschäftigen, ein Prüfungsmittel an die Hand geben, sich zu überzeugen, in wiefern ihre Analysen richtig sind; indefs ohne ein solches Mittel diese Analysen nimmer zu gehöriger Genauigkeit gebracht werden können. Zwar werden uns nach diesen Ansichten die gröfste Zahl solcher Analysen, selbst von unsern gröfsten Meistern, nur als Näherungen erscheinen, die in mehrern Fällen vielleicht nicht einmal der Richtigkeit nahe kommen; dieses ist aber der gewöhnliche Gang der menschlichen Arbeiten. Seit Bergmann's, für seine Zeit so meisterhafte Analysen der Salze sind kaum 30 Jahre verflossen, und schon können manche derselben kaum noch für Näherungen gelten. Auch die von mir mit grofser Sorgfalt und mit der gröfsten mir möglichen Genauigkeit gemachten Zahlen-Bestimmungen der Mischungs-Verhältnisse der Körper, welche ich in dieser Abhandlung bekannt gemacht habe, werden den zukünftigen Zeiten gewifs nicht Genüge leisten, und man wird sie mit Hülfe der hier entwickelten Gesetze berichtigen und den wahren Verhältnissen näher führen. Doch habe ich das Zutrauen, dafs unsere Nachfolger mir die Unvollkommenheiten in meinen Versuchen zu Gute halten werden; wie denn auch die Chemie bei ihren gegenwärtigen Fortschritten des Vielen von Klaproth, Vauquelin und einigen an-

dern geleiſteten immer noch mit der gröſsten Hochſchätzung gedenken wird, wenn auch die mehrſten ihrer Analyſen ſie nicht mehr befriedigen, und zu ihren Forſchungen nicht mehr ausreichen können.

4.

Wenn ſich endlich mehrere verbrennliche Körper, die für uns einfach ſind, mit einander vereinigen, ſo werden die Proportionen, nach welchen dieſe Verbindungen möglich ſind, durch die Capacität dieſer Körper für Sauerſtoff beſtimmt, indem die Verbindungen ſo vor ſich gehn, daſs, wenn man ſie bis zu einem gewiſſen Grade oxydirt, der Sauerſtoff, welchen der eine aufnimmt, ein Multiplum nach 1, 2, 3 *etc. von dem iſt, welcher von dem andern gebunden wird.* So z. B. verbinden ſich Schwefel, Phosphor und Arſenik mit den Metallen nach einem ſolchen Verhältniſs, daſs daraus durch Oxydirung ein Salz entſteht, oder wenigſtens der Regel nach möglich iſt.

Das nämliche gilt auch für andere Metall-Verbindungen, welche durch eine chemiſche Erſcheinung, z. B. die Kryſtalliſation, die Hitze u. ſ. f. von den zuſammengeſchmolzenen Miſchungen abgeſondert werden, z. B. für die kryſtalliſirten Amalgame, die kryſtalliſirten Legierungen, welche zuweilen beim Reinigen anderer Metalle durch Saigern gewonnen werden u. ſ. w. *). Wenn eine Ver-

*) Die nach faſt allen Verhältniſſen erfolgende Vereinigung der Metalle mit einander beim Zuſammenſchmelzen iſt mit

bindung aus zwei Metallen, welche beide durchs Oxydiren zu Salzbaſen werden, entſtehet, ſo nehmen ſie gewöhnlich beim Oxyduliren gleiche Theile Sauerſtoff auf. Der Dianenbaum giebt davon ein leicht zu unterſuchendes Beiſpiel. Wenn die Verbindung aus mehrern Metallen zuſammengeſetzt iſt, ſo können die Multiplicatoren bisweilen ſehr groſs ſeyn *).

Die Verbindungen einiger brennbarer Körper mit Oxyden (z. B. des Schwefels, des Schwefel-Waſſerſtoffs, des Boracium's, des Tellur-Waſſerſtoffs mit Alkalien und alkaliſchen Erden,) gehorchen dem nämlichen Geſetze, als ob ſie mit dem metalliſchen Radical der Alkalien oder Erden ohne Sauerſtoff verbunden würden, oder als ob ſie, mit Sauerſtoff vereinigt, als Säuren und Oxyde mit dem Alkali oder der Erde ſelbſt in Verbindung träten.

der Auflöſung der Salze in Waſſer analog; dieſe läſst ſich in beinahe allen Verhältniſſen bewirken; wenn aber das Salz kryſtalliſirt, entſteht eine beſtimmte geſetzmäſsige Verbindung des Salzes mit dem Waſſer. So auch, wenn aus einer Miſchung von Metallen durch Erniedrigung der Temperatur kryſtalliniſche Legierungen entſtehen, von welchen man die noch flüſſige Miſchung abgieſsen kann, iſt das Kryſtalliſirte eine feſte und beſtimmte Verbindung.

Berzelius.

*) Ich habe neuerlich einige Verſuche angeſtellt, welche dieſen Gegenſtand betreffen, ſie ſind aber noch nicht zahlreich genug, und es iſt beinahe immer auſserordentlich ſchwierig, dieſe Verbindungen in einem reinen Zuſtande zu erhalten, weshalb ich es noch aufſchiebe, dieſe Verſuche mitzutheilen. *Berzelius.*

Wir ſind in dieſen wenigen Zeilen den Bau der ganzen unorganiſchen Natur durchlaufen, und haben geſehen, wie er ſich auf einige höchſt einfache Principien zurückbringen läſst. Der Sauerſtoff, der einzige abſolute electro-poſitive Körper in der ganzen Natur, iſt überall der Maaſsſtab, nach welchem die Verhältniſſe zwiſchen den Beſtandtheilen jeder Verbindung gemeſſen werden können. Auf dieſen gemeinſchaftlichen Maaſsſtab beruht der Grund, warum zuſammengeſetzte Körper, wenn ſie ſich wechſelſeitig zerlegen, nie, oder doch nur höchſt ſelten, ein Atom eines ihrer Beſtandtheile in freyen Zuſtand verſetzen, und warum z. B. die Neutralſalze einander zerſetzen, ohne ihre Neutralität zu ſtören, warum die Schwefel-Metalle das Waſſer zerlegen, ohne daſs Waſſerſtoff frei wird, und dergleichen mehr.

Wie ſehr die Chemie durch eine ſolche Zurückführung auf mathematiſche Principien an wiſſenſchaftlichem Werth gewinnt, brauche ich hier wohl nicht erſt zu erörtern. Doch iſt dieſes immer nur ein ſehr kleiner Schritt zur mathematiſchen Vervollkommnung der Wiſſenſchaft, und es bedarf des vereinigten und kraftvollen Strebens aller Chemiker nach dieſem hohen Ziel, um uns demſelben allmählig näher zu bringen.

III.

Resultate aus einer Abhandlung,

welche

Herr Gay-Lussac über die Verbindungen aus drei Bestandtheilen

in der Gesellsch. zu Arcueil am 10. Febr. 1811 vorgelesen hat *).

Herr Gay-Lussac hat in dieser Abhandlung Folgendes zu beweisen gesucht:

1) Dass in den Tripelsalzen [Doppelsalzen] die Säure sich gewöhnlich in zwei *gleichen* Theilen zwischen den beiden Basen getheilt findet; dieses ist z. B. in den weinsteinsauren und in den salpetersauren Tripelsalzen der Fall, ferner in den aus

*) Diese Notiz steht in dem Februarhefte der *Annal. de Chimie*, die Abhandlung selbst wird im 3ten Bande der *Mémoires d'Arcueil* erscheinen. Aus einem Briefe, geschrieben zu Stockholm am 28sten Mai 1811, den ich in dem Junihefte dieser Annalen der Physik (B. 38, S. 127) habe abdrucken lassen, erhellt, dass Herr Berzelius damals schon die vorstehende Abhandlung vollendet hatte. Ich erhielt sie wenig Wochen später. Es ist nicht wenig interessant, zu sehn, wie zwei geistreiche Forscher, die sich auf ihrem Wege, einander unbewusst, begegnen, zu so verschiednen Ansichten geführt werden.

Gilbert.

Schwefelſäure mit Ammoniak und Magneſia, oder mit Zink und Ammoniak gebildeten Tripelſalzen, u. ſ. f.

2) Daſs in den Tripel-Verbindungen die Beſtandtheile in einem ſolchen Verhältniſſe vorhanden ſind, daſs ſie, je zwei und zwei vereinigt, mögliche Verbindungen geben. Wenn man z. B. das ſalpeterſaure Ammoniak, welches aus Sauerſtoff, Stickſtoff und Waſſerſtoff beſteht, in der Hitze zerſetzt, ſo entſteht Waſſer und oxydirtes Stickgas, indeſs von der andern Seite dieſes Salz eine Verbindung zweier Körper iſt, die jeder aus zwei Beſtandtheilen beſtehn, der Salpeterſäure und des Ammoniaks.

3) Daſs die vegetabiliſchen und thieriſchen Körper, welche aus drei oder vier verſchiednen Beſtandtheilen zuſammengeſetzt ſind, gleichfalls mögliche oder allgemein bekannte Verbindungen zu zweien geben.

4) Daſs es begreiflich wird, wie mehrere Körper, welche einerlei Beſtandtheile in einerlei Verhältniſs enthalten, ihrer Natur nach verſchieden ſeyn können, wenn man annimmt, daſs in ihnen Verbindungen aus zwei Elementen unter einander, oder nur mit einem der Elemente, auf verſchiedene Weiſe verbunden ſind.

5) Daſs ſich deſto mehr zuſammengeſetzte Körper aus einerlei Elementen und gleichen Mengen derſelben beſtehend denken laſſen, je mehrere der Verbindungen aus zweien dieſer Elemente möglich ſind.

6) Dafs, wenn Salze oder andere Verbindungen neutral sind, obschon sie aus einer Säure, die Sauerstoff in Ueberschufs enthält, und einer Basis, die noch verbrennlich ist, bestehn, — sich annehmen läfst, die Basis sättige den überschüfsigen Sauerstoff der Säure, und dafs daraus ein Sättigungspunkt entstehe, der sich sehr dazu eigne, die Capacität der verbrennlichen Körper für Sauerstoff zu bestimmen. So z. B. sind die Producte der Zersetzung des salpetersauren Ammoniaks, welches neutral ist, in der Hitze, Wasser, das neutral ist, und oxydirtes Stickgas, das also gleichfalls neutral seyn mufs.

7) Dafs, wenn Salpetergas und Sauerstoffgas sich mit einander zu salpetriger Säure verbinden, sie eine scheinbare Verdichtung des Volumen erleiden, die genau der Hälfte der Voluminum der beiden Gasarten gleich ist; woraus sich für die salpetrige Säure das specifische Gewicht 2,10633 ergiebt, das der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt.

IV.

Beschreibung des ostindischen Butterbaums und Vergleichung desselben mit andern Bäumen desselben Geschlechts.

Von

Will. Roxburgh, M. D. *)

Dieser Baum ist auf den Höhen von *Almorah* **) einheimisch und wird dort von den Einwohnern *Fulwah* oder *Fulwarah* genannt; Hr. Roxburgh giebt ihm den Namen *Bassia butyracea*. Er gehört in Linné's *Polyandria monogynia*, blüht im Januar, und hat im August reifen Saamen, aus dem man eine Art von fester Butter gewinnt. Der *Bassia latifolia*, welche auf der Küste Coromandel wächst, ist er so ähnlich, dass er sich von ihr nur durch die Corolle und die Staubfäden unterscheiden läßt; auch die *Bassia longifolia* und andere dieses Geschlechts haben grosse Aehnlichkeit mit dem Butterbaume.

Die grösten Butterbäume haben einen geraden Stamm von 5 bis 6 Fuss Umfang. An den jungen Zweigen ist die Rinde glatt und braun mit grauen

*) Ausgezogen aus den *Asiatic Researches* Vol. 8. *Gilbert.*

**) Almorah ist der Sitz eines kleinen Raja, in den nördlich von Rohilkund gelegnen hindostanischen Gränzdistricten, die ehemals zur Provinz Delhi gehörten, und der Hauptort des ehemaligen Districts Lacnor oder Camau. *Gilbert.*

Flecken. Die Blätter sind 6 bis 12 Zoll lang und 3 bis 6 Zoll breit, ganz, oval mit stumpfer Spitze, oben glatt, unten haarig, parallel und einfach geadert, und sitzen an Blattstengeln die abwechselnd stehen. Die zahlreichen, grofsen, blafsgelben Blüthen hängen an Stielen rund um die Grundfläche der jungen Triebe; haben Kelche mit 4 bis 6 Einschnitten, die von aufsen wollig und von Eisenfarbe sind; eine fast cylindrische Corolle von der Länge des Kelches, deren Rand sich in 8 längliche, stumpfe Blättchen ausbreitet, welche länger als der röhrenförmige Theil sind; 40 bis 50 Staubfäden von der Länge der Corolle, welche am Eingange derselben in ihr eingewachsen sind, mit linienförmigen Staubbeuteln, und einen Pistill, der länger als die Staubfäden ist, eine spitze Narbe hat, und auf einen konischen und haarigen Fruchtboden steht, welcher 10 bis 12 Zellen jede zu 1 Korne hat, und von einem wolligen Nectarium in Gestalt eines Ringes umgeben ist. Die Frucht ist länglich, mehrentheils durch einen Ueberrest des Pistills zugespitzt, glatt und fleischig und enthält selten mehr als 1 bis 3 grofse Samenkörner, indem die übrigen nicht reif werden. Die länglichen Saamenkörner sind mehr cylindrisch als abgeplattet, desto grösser je weniger ihrer in einer Frucht sind, glatt, hellbraun, mit einem hellern Nabelmahl auf der inneren Fläche.

Man benutzt diesen merkwürdigen Baum auf mehrfache Weise:

1) Man schlägt aus der reifen Frucht *Oehl*, welches wie gewöhnliches Brennöhl gebraucht wird,

wenn man sich kein Cocosöhl verschaffen kann; es ist dicklicher als dieses letztere, hält sich länger, brennt aber nicht so hell, giebt jedoch weder Rauch noch übeln Geruch. Aus diesem Oele macht man in dem Lande fast alle *Seife* und es wird zu dieser Absicht eben so theuer als das Cocosöhl bezahlt. Das gemeine Volk braucht dieses Oehl statt der Schmelzbutter *(ghee)* und statt des Cocosöhls an den *Speisen* und *Saucen;* auch macht man daraus Kuchen *(sakey)*; und mit diesen Kuchen wäscht man sich den Kopf und verführt sie zu dem Ende. Endlich dient es als ein örtliches *Mittel* in der Krätze und ähnlichen Krankheiten.

2) Das Volk sammelt die Blüthen, wenn sie im May abfallen, trocknet sie an der Sonne, und dörrt sie; sie sind dann ein gutes Nahrungsmittel. Auch kocht man aus ihnen ein Gelee, das man in kleinen Kugeln verkauft. Nachtvögel, Eichhörnchen, Eidechsen, Hunde und selbst der Jackal fressen die Blüthen, und das Volk glaubt, der Jackal werde leicht toll wenn er davon zu viel gefressen habe.

3) Die Armen essen die Frucht. Ist sie noch unreif, so zieht man die Haut ab, nimmt den nicht reifen Kern heraus, kocht aus dem übrigen ein Gelee und ißt dieses mit Salz und spanischem Pfeffer.

4) Man bedient sich in mehreren Krankheiten der Menschen und der Hausthiere eines Decocts der Blätter dieses Baumes, giebt auch wohl die Milch der noch grünen Frucht und der jungen Rinde ein. Die Rinde des Baums braucht man als ein Mittel in der Krätze.

5) Das Holz iſt eben ſo hart und dauert eben ſo lange als das Teak-Holz, iſt aber ſchwerer zu bearbeiten, und giebt nicht ſo lange Balken und Bretter, auſser in Thonboden, wo der Baum bedeutend hoch wird, aber nicht ſo viel Aeſte und Früchte als im Sandboden treibt, der ihm zuträglicher iſt. Alle Sorgfalt, die der Baum bedarf, iſt, daſs man ihn während der 2 oder 3 erſten Tage der trocknen Jahrszeit begieſse. Wegen ſeiner groſsen Nützlichkeit pflanzt man ihn in Menge auf Sandhügel, wo kein andrer Fruchtbaum fortkommen würde.

Der *Afrikaniſche Butterbaum* den Mungo Park-*Shea* nennt, ſcheint nach ſeiner Beſchreibung ein Baum derſelben Art als der oſtindiſche zu ſeyn. „Das Volk kocht den Kern der Frucht in Waſſer und erhält ſo eine *Pflanzenbutter*, welche die Conſiſtenz und das äuſsere Anſehen der wahren Butter hat, ſie in jedem Gebrauche erſetzen kann, und nicht nur ein wichtiges Nahrungsmittel für die Einwohner iſt, ſondern ihnen auch die Stelle des Oehls vertritt, und daher einen wichtigen Handelszweig ausmacht. Dieſe Butterbäume ſollen wild in den Wäldern von Bambarra wachſen, und in ihrer Geſtalt der amerikaniſchen Eiche gleichen, ſo wie die Frucht (deren an der Sonne getrockneter Kern beim Kochen in Waſſer die Butter hergiebt) der ſpaniſchen Olive. Der Kern iſt von einem ſüſsſchmeckenden Fleiſch umgeben, das von einer dünnen grünen Haut bedeckt iſt, und die Butter, welche er hergiebt, iſt nicht nur weiſser, feſter und nach meinem Geſchmack, ſagt Park, wohlſchmeckender als die beſte

thierische Butter die ich je gegessen habe; sondern hat auch den Vorzug sich ungesalzen ein ganzes Jahr lang zu halten, ohne zu verderben. Die Bereitung derselben scheint einer der vornehmsten Industriezweige in diesem Theile von Afrika, und der Handel damit bedeutend zu seyn."

Aus den gleich mitzutheilenden Nachrichten des Hrn. Gott von dem ostindischen Butterbaume erhellt, dass das Volk das, was nach dem Ausziehen des öhligen Körpers übrig bleibt, isset; es lässt sich daher nicht zweifeln, dass die Pflanzenbutter gesund sey. In verschiednen Theilen Indiens wird auch die Butter der *Bassia latifolia* und der *longifolia* allein oder mit Schmelzbutter *(ghee)* vermischt zu den Speisen gebraucht. Der Kapitän Hardwick gab mir bei seiner Rückreise nach England im J. 1803 etwas von dieser Pflanzenbutter, von der er mir mehr nicht zu sagen wusste, als den indischen Namen, und dass sie aus Almorah komme. Ich wendete mich daher an Herrn Gott, der in der Nachbarschaft wohnt, und von ihm habe ich Blätter, Blüthen und Früchte des Baumes aus verschiednen Perioden der Vegetation erhalten. Ich besitze noch die Pflanzenbutter, welche ich im Januar 1803 erhalten hatte, und noch ist sie in Geschmack und Geruch unverändert. Sie schmeckt wie Gewürznäglein, mit denen man sie wahrscheinlich vor dem Absenden parfümirt hatte. Obgleich das Thermometer jetzt auf 95° F. (28° R.) steht und seit 6 Wochen mehrmals bis über 100° F. gestiegen ist, so bleibt

diese Butter doch so fest als in England die Butter im Winter.

Folgende Nachrichten hat mir Hr. Gott überschickt: „Der Baum, der die unter dem Namen *Phulwah* bekannte Butter hervorbringt, wächst auf den Hügeln von Almorah, wo man ihm denselben Namen giebt, in dem festen Boden an dem südlichen Abhange der Höhen und ist nicht gemein. Er wird 50 Fuss hoch, und sein Stamm nimmt bis zu 6 Fuss Umfang zu. Die Rinde ist glatt und gefleckt. Im Monat August sammelt man seine Früchte ein, und zieht aus ihnen die Butter. Die Schale der Frucht ist schön kastanienbraun, glatt und zerbrechlich. Beim Oefnen derselben findet man einen Kern von der Grösse und Farbe einer Mandel. Man zerstösst diese Mandeln zu einem feinen cremartigen Mus, und thut dieses in einen leinenen Sack, den man mit Gewichten beschwert, bis alles Oel herausgedrückt ist. Dieses Oehl nimmt sogleich die Consistenz des Schweinefettes und eine helle weisse Farbe an, und selbst wenn man es in der heissesten Jahrszeit am Feuer schmelzt, wird es beim Erkalten wieder fest. Man bedient sich desselben als Heilmittel in Rheumatismen und Gicht mit Erfolg. Die Vornehmen brauchen es, nachdem man es parfümirt hat, als Pommade."

„Ungeachtet dieser Baum sehr ähnlich ist dem *Mawa (Bassia latifolia* oder *Madhuca)* so ist doch das Oehl, welches man aus den Früchten dieses letztern zieht, von jenem wesentlich verschieden; es ist grünlich-gelb, wird selten fest, und macht auf

Wollenzeug Flecke, wie die fetten Oehle, indefs reines Phulwah kein Fleckchen darauf zurück läfst. In der Gegend von *Cawnpoor* und *Furrukabad* macht man dieſes Oehl aus Mawa in bedeutender Menge und vermiſcht es mit Schmelzbutter (*ghee*) um es zu verſpeiſen."

„Jährlich werden von der Pflanzenbutter 20 bis 30 Maunds gewonnen, und jeder *Maund* zu 14 bis 16 Ruppien verkauft. Als innerliche Arzney braucht man ſie nie. Die Bauern, welche die Butter ausziehen, eſſen das was übrig bleibt. Ich habe ſeit 10 Monaten eine Menge ſolcher Butter, und ſie hat weder ihre Farbe verändert, noch einen ſchlechten Geruch angenommen."

„Wenn dieſe Butter gehörig ausgezogen iſt, ſo braucht ſie nicht weiter gereinigt zu werden. Sonſt ſchmelzt man ſie und filtrirt ſie durch grobe Leinwand. Wenn die Butter nach Rohilkund kömmt, parfümirt man ſie mit einem weſentlichen Oehle, *Ut* genannt, und vermengt ſie mit etwas Maismehl um ſie ſchwerer zu machen."

„Die Blüthen des Baums braucht man zu nichts. Einige eſſen das Fleiſch der Frucht; es ſchmekt ſüſslich und fade."

„Das Holz des Butterbaums iſt weiſs, zart und porös. Man macht davon im Lande keinen Gebrauch. Es iſt faſt eben ſo leicht als das Holz des Baumwollenbaumes *Semul* (*Bombax heptaphyllum.*"

V.

Ein Mittel Schiffbrüchige zu retten.

VON

G. CUMBERLAND, Esq.

Seit sechs Jahren bewohne ich einsam das Vorgebirge *Weston super mare* nahe bei der Mündung der Saverne, und habe mich oft ergötzt, die Gestalt und die Wirkung der Wellen zu studiren; Gestalten, die ich für so bestimmt halte, dafs sie sich mit Genauigkeit selbst von dem Bildhauer nachbilden lassen. Bei diesen Gelegenheiten habe ich oft ausgedehnte Strecken des unter dem Namen *Tang* bekannten Seegrases, dessen Asche die Pächter als Düngung brauchen, auf der Oberfläche der furchtbarsten Wellen unter mir schweben gesehen; sie bedecken das Wasser, wie ein grüner Teppich, welcher auf den sich brechenden Wellen auf und ab wogt, ohne untergetaucht zu werden, obgleich sich die Krümmungen die er an der Oberfläche annimmt, beständig verändern. Häufig kamen Vögel angeflogen, die sich darauf mit aller Sicherheit, wie auf festem Rasen setzten.

Die Ansicht dieses natürlichen Flosses, an einer Küste, die so gefährlich ist, dafs Schiffe sich ihr kaum bei schwachem Winde zu nähern wagen, brachte mich sehr natürlich auf den Gedanken, ob es nicht

möglich seyn sollte, nach denselben Grundsätzen biegsame Flösse zu bauen, welche statt der Seevögel Menschen trügen. Dazu schien mir mehr nicht nöthig, als dass jeder Matrose eine Matraze von Kork besitze, die durch Taue aneinander zu befestigen wären; eine solche Art von schwimmender Insel würde sich selbst über der Brandung erhalten, und mit ihr liesse es sich überall landen.

Die Abschnitzel des Korks gelten zu Bristol nur 8 Sols, und theils dienen sie zum Verbrennen, theils zu Schanzsäcken am Bord von Corsaren. Da man nun Matrazen in den Hängematten nöthig hat, und nichts leichter ist als Kork, der sich ohne Schwierigkeit in dünne elastische Spähne schneiden lässt, so schlage ich vor die Schiffs-Matrazen mit Kork auszustopfen, und zwar mit so viel, dass sie einen Mann zu tragen vermögen. Eine gewisse Menge dieser Matrazen müsste sich mit Stricken zusammenbinden lassen, und würde dann ein sehr grosses Floss bilden, auf dem sich so viel Menschen als Matratzen sind, über Wasser erhalten könnten. Alle andere Flösse gehen auseinander, wenn sie wiederholt mit Gewalt gegen die Küste geworfen werden; Schiffer können sich auf ihnen nicht halten, denn so oft sie mit dem Vordertheile untertauchen, kommen Matrosen unter Wasser, und werden zum Theil abgespült; auch sind bei Schiffbruch ihre Trümmern häufig gefährlicher als die Felsen, gegen welche die Wellen sich brechen.

VI.

Vergrabung und Wiederausgrabung von Bergleuten zu Lüttich *).

Die Steinkohlengrube *Beaujonc* bei Lüttich wurde am 28. Febr. 1812 um 11 Uhr Mittags plötzlich unter Waſſer geſetzt. Es arbeiteten darin 146 Mann. Von ihnen fuhren beim erſten Augenblicke des Durchbruchs des Waſſers 55 Mann heraus; die übrigen 91 waren in der Grube eingeſchloſſen **). Die Dampfmaſchine und ein Paternoſterwerk (*machine à molette*), welche 100 Pferde, die mit einander abwechſeln, beſchäftigt, wurden ſogleich in dem Schachte Beaujonc in Arbeit geſetzt, und mit beiden war man ſchon am nächſten Tage des Waſſers ſo Meiſter geworden, daſs es nicht mehr zunahm. Um die Bergleute, welche ſich über dem Waſſer

*) Nach den öffentlichen Blättern. *Gilbert.*

**) Wahrſcheinlich waren die Waſſer aus einem alten verlaſſenen Bau plötzlich hereingebrochen, und die Arbeiter hatten ſich, als ihnen der Weg nach dem Fahrſchacht durch das Waſſer abgeſchnitten war, in die höheren Strecken herauf gerettet, und waren in ihnen über dem Waſſer in einem ſo geräumigen Bau eingeſchloſſen, daſs man für das Erſticken derſelben fürs Erſte nicht beſorgt zu ſeyn brauchte. *Gilbert.*

180 Meter tief unter Tage eingeschlossen befanden, zu retten, kam es hauptsächlich darauf an, sich ihnen hörbar zu machen, damit sie den Strecken, die man nach ihnen hin treiben wollte, entgegenarbeiten könnten. Man setzte diese Arbeiter in der Steinkohlengrube *Mamonster* an, fing in ihr an zu sprengen, und hatte das grosse Vergnügen, sich schon am nächsten Morgen zu vergewissern, dass man gehört worden war, und dass die vergrabenen Bergleute ihre Arbeit gegen den Schacht (*bure*) Mamonster zu trieben. Am 29sten um 6 Uhr Abends hatte man schon 12 Meter weit hineingearbeitet, und berechnete, dass man sie nach 48 Stunden würde erreichen können, da man sich eines 16 Meter langen Bergbohrers bediente, um ihnen möglichst bald Luft, und wenn es nöthig wäre, auch Lebensmittel durch das Bohrloch zuzuführen. In der Kohlengrube *Scleffin* waren vor 10 Jahren neun Mann 6 Tage und 6 Nächte lang vergraben gewesen, und hatten sich endlich doch noch durch den Luftschacht gerettet, ohne dass man ihnen von Aussen hatte zu Hülfe kommen können.

Am 1. März um 3 Uhr Nachmittags hörte man das Klopfen der eingeschlossenen Bergleute deutlich, und glaubte nur noch 25 bis 30 Meter von ihnen entfernt zu seyn. — Am 2ten fing man im Schachte Mamonster noch eine zweite Strecke an, gerade gegen sie hin zu treiben, um sichrer zu seyn, sie nicht zu verfehlen; beide Arbeiten wurden aber am 3ten wieder vereinigt, und sie betrieben die

ſtärkſten Bergleute aller Steinkohlengruben. — Am 3ten hatten die Maſchinen in 6 Stunden die Waſſer 2 Fuſs 1½ Zoll fallen gemacht. Ungeachtet nun ſchon 4 Tage verfloſſen waren, bewies doch das Klopfen der eingeſchloſſenen Bergleute, daſs ſie noch bei Kräften waren; es giebt zuverläſſige Beiſpiele, daſs Menſchen noch viel länger ohne Nahrung aushalten können *). In der Nacht auf den 4. März konnte man mit ihnen ſprechen und ihre Stimmen unterſcheiden, und um Mittag am 4ten wurde der Durchſchlag aus dem Schachte Mamonſter nach dem Schachte Beaujonc zu Stande gebracht. Das Gleichgewicht, welches ſich in dem Augenblick des Durchbrechens in der Luft wieder herſtellte, war nur von einem kleinen Knall und von keiner Erſchütterung begleitet **). Am Abend gelangte man glücklich zu den vergrabenen Bergleuten, hüllte jeden ſogleich in eine Decke, gab ihm eine Taſſe Fleiſchbrühe und ſehr wenig Wein, und wand ſie dann, 5 oder 6 in einem Korbe, von 4 Bergleuten begleitet, zu Tage.

*) Ein ſolches erzählte noch vor kurzem der franzöſiſche *Moniteur* Febr. 1812 von vier Schiffsleuten, welche auf einem Schiffe, das ausgegrabenen Schlamm aus dem Hafen von Cette in das Meer führen und ausladen ſollte, von einem plötzlichen Sturm ergriffen, 7 Tage lang auf der offnen See ohne Eſſen und Trinken umhergeworfen wurden, bis ein engliſches Schiff ſie aufnahm. G.

**) Das Waſſer, welches in dem Schachte Beaujonc bis zu einer gewiſſen Höhe ſtand, muſste nämlich die Luft in den Strecken, in welchen ſich die Bergleute befanden, ein wenig comprimiren. G.

aus dem verdorbenen Waſſer entweicht, ſchwärzt ſonſt alle Metalle im Schiffe; nach dieſem Unfall wurden dagegen alle Metalle mit einer Lage Queckſilber überzogen, und alle Matroſen und Officiere des Schiffs, über 200 an der Zahl, bekamen einen heftigen Speichelfluſs. Das Schiff wurde nach Gibraltar geſchickt, und völlig ausgeladen; man ſäuberte den Raum und ſchaffte alles Queckſilber, das ſich noch fand, heraus; doch blieben noch ungefähr 20000 Pfund in den untern Theilen verborgen, die man nicht anders wird fortſchaffen können, als wenn man das Schiff umlegt und die Verkleidung längs des Kiels fortnimmt. Seitdem man den Raum gereinigt und die Luft in dieſem Theile des Schiffs erneuert hat, ſind die ſchädlichen Wirkungen des Queckſilbers verſchwunden.

Das ſtinkende Gas rührte von der faulenden Zerſetzung des naſſen Leders her. Die thieriſchen Theile enthalten immer Schwefel und Phosphor, und es bildete ſich Schwefel-Waſſerſtoffgas, vielleicht auch Phosphor-Waſſerſtoffgas, deren erſtickende und tödliche Wirkungen bekannt ſind. Auch weiſs man, daſs Schwefel-Waſſerſtoffgas die Metalle, beſonders das Silber, bis in bedeutende Entfernungen ſchwarz macht. Wahrſcheinlich kann ſich Queckſilber in der gewöhnlichen Temperatur des Schiffs mit dieſen Gasarten verflüchtigen, indem es ſich in ihnen entweder auflöſt oder ihnen mechaniſch beimengt, und dadurch entſtanden die beſondern Wirkungen in dieſem Fall.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1812, VIERTES STUCK.

I.

Unterſuchungen über die Erſcheinungen und die Urſachen des Winterſchlafs einiger Säugthiere,

von

PRÜNELLE,

Prof. der Medic. zu Montpellier.

Abgekürzt und frei dargeſtellt von Gilbert *).

Sehr viele Thiere bringen den Winter über in einer Art von Betäubung zu, während welcher faſt alle ihre Functionen aufgehoben ſind. Die höch-

*) Dieſe Abhandlung lief bei dem franzöſ. Inſtitute ein, als es ſich mit der Beurtheilung der Schriften beſchäftigte, welche ſich um den über dieſen Gegenſtand ausgeſetzten Preis bewarben, und wurde am 28. Dec. 1807 in dem Inſtitute vorgeleſen, erſcheint aber erſt jetzt im Druck, in dem *Muſeum d'hiſt. natur.* t. 18. Es giebt über lebende Weſen noch wenige ſo genaue Verſuche und Beobachtungen; die ganze Art, wie ſie angeſtellt ſind, giebt ihnen gegründete Anſprüche auf eine Stelle in den Annalen der Phyſik. *Gilbert.*

ſten Grade einer ſolchen Betäubung findet man bei den Inſekten, den Mollusken, den Schlangen und den eyerlegenden vierfüſsigen Thieren. Sie ſcheint im Verhältnifs der Intenſität der Kälte zu ſtehn. Die Arten, welche die heifse Zone bewohnen, ſind ihr nicht unterworfen, ſondern leiden ſie erſt, wenn ſie in kältere Klimate verſetzt werden. Während dieſer Betäubung behalten ſie faſt nichts vom Thiere als die Geſtalt; die wichtigſten Functionen des Lebens ſind unterbrochen; das Athmen ſcheint aufgehoben zu ſeyn; ſie bleiben ohne Nahrung und ihr Körper verliert faſt nichts. Der Blutumlauf iſt in allen dieſen Thieren ſehr langſam, ihre Reſpirationsorgane ſind wenig entwickelt, ſie haben nur wenig Blut, und kaum überſteigt ihre Lebenswärme die Temperatur der Luft; daraus erklärt ſich, wie das Athmen, das in ihnen immer ſehr unregelmäſsig iſt, lange Zeit ganz unterbrochen ſeyn und der Magen ohne Nahrung bleiben kann, ohne dafs ſie dadurch zu leiden ſcheinen.

Keiner dieſer Umſtände findet Statt in den Fiſchen, und noch weniger in den Säugthieren, welche einen Winterſchlaf halten. Dafs auch bei den Fiſchen, welche oft 6 bis 7 Monat unter einer Fufsdicken Eisdecke und einer eben ſo dicken Decke gefrornen Schnee's hinbringen, ein ähnlicher Zuſtand der Betäubung während des Winters eintreten mufs, fällt von ſelbſt in die Augen; denn ſonſt würde die in dem Waſſer enthaltene Luft, welche ſie in ihren Kiemen auspreſſen, unter dieſen Umſtänden zu

ihrem Athmen nicht zureichen. Auch sieht man in Bassins, deren Oberfläche mit dünnem Eise bedeckt ist, selbst wenn die Luft auf 7° der Centesim. Skala steht, die Fische am Grunde unbeweglich und wie unempfindlich. Ferner ist es bekannt, dass man in Russland und in Nordamerika Fische, welche die Kälte starr wie ein Stück Holz gemacht hat, grosse Strecken weit fortbringt; setzt man sie in Wasser, so leben sie wieder auf. Endlich erzählt Fabricius, dass in Grönland der Flusslachs im Schlamme überwintert, in welchem er wie verhärtet ist. Offenbar ist dieser Zustand der Fische kein andrer, als der der Winterbetäubung; wären die Fische so lange Zeit über starr gefroren, so könnten sie unmöglich in das Leben zurückkommen.

Ganz eine andere Bewandniss hat es mit den Säugthieren, welche den Winterschlaf halten. Von diesen sind die einzigen, welche das ebne Land bewohnen, der *Igel*, die *Fledermaus*, die *Waldmaus (loir)*, die *Eichelmaus (leroi)*, die *Haselmaus (muscardin)* und der *Hamster*. Das *Murmelthier (arctomys marmotta)*, welches vor allen den längsten Winterschlaf hält, ist nur Bewohner der höchsten und unzugänglichsten Berge in den Alpen, und hält sich in Thälern und unter lenkrechten Felsenwänden, meist an deren Süd- oder Ostseite auf, wo der Boden oft bis Ende May mit Schnee bedeckt ist, und wo im Sommer die Alpenpflanzen wachsen, von denen es sich vorzüglich zu nähren

ſcheint *). Hier lebt es in Geſellſchaft oder Familienweiſe. Ende Septembers ziehn die Murmelthiere ſich in ihre unterirdiſchen Wohnungen zurück, um den Winterſchlaf zu halten, und verlaſſen dieſe erſt wieder Ende Aprils. Ihre Wohnungen beſtehen aus einer engen 6 bis 7 Fuſs ſenkrecht herabgehenden, und dann 36 bis 45 Fuſs nach horizontaler Richtung fortgehenden Röhre, welche ſich hinten in einer viel geräumigern Höhle erweitert, und deren Eingang ſie ſorgfältig mit Thon, Sand, Gras und Steinen verſchlieſsen, ſobald ſie ihre Höhle bezogen haben. Die Temperatur ſcheint in ihr immer auf 7½ bis 8½° C. zu bleiben; in Sibirien graben ſie ſich, um dieſe zu erreichen, nach Pallas Bemerkung, bis in Tiefen von 20 und mehr Fuſs ein. In dieſer Höhle halten ſie ihren Winterſchlaf in Heu vergraben, eins dicht am andern liegend, und kugelförmig zuſammengerollt, den Kopf mit den Hinterfüſsen bedeckt. In dieſem Zuſtande des Monatelang anhaltenden Schlafs iſt ihr Körper ſteif und nicht wärmer als die ihn umgebenden Körper; ſie ſcheinen ganz ohne Leben zu ſeyn, und wenn man ſie vor Luft und Wärme verwahrt, ſo laſſen ſie ſich fortbringen, ohne ſich zu rühren. Sie ſind dann ſelbſt ſo unempfindlich, daſs man ſie 4 Fuſs tief fallen laſſen, oder wie eine Kugel fortrollen kann, ohne daſs ſie völlig erwachen. Hr. Prünelle er-

*) Alchemilla alpina, Rumex digynus, Antirrhinum alpinum, Trifolium alpinum, Aster alpinus, Phellandrium mutellina, und Plantago alpina.

hielt im November 1806 von den Alpen eine Kiſte mit zehn ſchlafenden und erſtarrten, in Heu, wie ſchlechte Mineralien, eingewickelten Murmelthieren; ſie war 10 Tage lang unterwegs geweſen und kam mit der Diligence an; die Thiere lagen noch in ihrer Erſtarrung und hatten nichts gelitten. In dem Herbſte ſind ſie erſtaunend fett, im Frühjahr dagegen, wenn ſie ihre Löcher verlaſſen, auſſerordentlich mager. Ein Murmelthier, das 2 Monate geſchlafen hatte und 3400 Gramme wog, hatte noch 489 Gramme Fett. Ein andres, das am 29. Febr. 1468 Gr. gewogen hatte und eingeſchlafen war, hatte bis am 12. April 90 Gr. an Gewicht verloren. Wenn die Murmelthiere am Ende April oder Anfang Mai ihre Höhle verlaſſen, iſt es in der Regel ſehr viel kälter, als da ſie ſie bezogen, und ſie müſſen ſich durch den Schnee hervorgraben. Sie ziehn ſich dann in den mittlern Theil der Berge herunter, um Nahrung zu ſuchen, und liegen dort die Alpenwieſen noch unter Schnee, ſo kommen ſie vor Hunger um. Will man ſie in ihrem Winterſchlafe überraſchen und ausgraben, ſo kömmt alles darauf an, daſs man die Berührung der friſchen und kalten Luft von ihnen abhält; denn ſonſt erwachen ſie, und graben ſich mit ſolcher Geſchwindigkeit tiefer ein, daſs es ſchwer hält, ſie zu fangen *). Herr Prü-

*) Jung, im Juni und Juli gefangene Murmelthiere werden leicht zahm; in den Thälern am Mont Cenis findet man ſie bei den Bauern ſehr häufig als ein Hausthier. In dieſem Zuſtande der Knechtſchaft werden ſie nie ſehr fett, und

Ein lebhaftes Murmelthier, das bei + 10° C. Luftwärme in ein Glas eingesperrt wurde, welches mit Eis und salzsaurem Kalk umlegt war, schien während der ersten Viertelstunde etwas betäubt zu seyn, dann aber schüttelte es sich und äusserte sein Misbehagen durch Pfeifen. Als es nach 10 Stunden herausgenommen wurde, war es äusserst schwach, und starb nach 2 Tagen. Ein bei 11¼° Lebenswärme schlafendes Murmelthier wurde demselben Versuch unterworfen; es erwachte zusehends und war nach 5 Viertelstunden völlig wach; starb aber auch nach einigen Tagen. Hr. Prünelle schliesst aus diesem Versuche, dass die Kälte nicht die Ursache der Erstarrung seyn könne, wie man das allgemein glaubte.

Dasselbe bestätigten Versuche am Mont-Cenis. Ein bei 6°,7 Lebenswärme schlafendes Murmelthier, das er am 5. März bei — 10° Kälte zwischen Heu auf den Schnee gelegt hatte, war nach 1¼ Stunde völlig erwacht; um Mitternacht war es todt und gefroren. Herr Prünelle wiederholte diesen Versuch mit demselben Erfolg mit einem in einem fest vernagelten Kasten befindlichen Murmelthiere. Sollen Murmelthiere schlafend bleiben, so muss man sie an Orten aufheben, deren Temperatur über 0° steigt. In — 4° C. Kälte erwachen sie nach 1 oder höchstens nach 2 Tagen, auch wenn sie gegen den Luftzug geschützt sind. Im Luftzuge erwachen sie in jeder Temperatur. Etwas Aehnliches zeigt sich selbst bei den Menschen, die in eingeschlossner Luft

leben; sie haben die gröfste Neigung zum Schlafen, weil ihnen der reizende Einfluſs der frischen Luft auf Haut und Lungen entgeht.

Murmelthiere, die bei 11° und 6½° Lebenswärme schliefen, wurden durch sogenanntes Riechsalz, welches Ammoniak aushaucht, das unter ihren Nasenlöchern stand, langsam, doch nicht völlig aufgeweckt.

Zweien bei 11 und 13¾° Lebenswärme schlafenden Murmelthieren wurde ein *elektrisches* Bad gegeben; die Maschine mochte indeſs noch so stark seyn, es lieſs sich nicht ein Funke aus der ganzen Oberfläche des Thieres ziehn. Hr. Prünelle näherte darauf das Thier dem Leiter der Maschine und lieſs eine Menge Funken auf dasselbe schlagen, aber nicht die geringste Sensibilität schien sich zu entwickeln. Endlich gab er jedem der schlafenden Murmelthiere zwei ziemlich starke Schläge mit der Leydner Flasche; der erste war ohne bestimmte Wirkung; beim zweiten dehnte sich das Thier etwas und öffnete die Augen, erwachte aber nicht völlig, und nach 4 Stunden schlief es wieder so fest, als wäre nichts vorgegangen.

Ausnehmend viel gröfser ist die Einwirkung der *Volta'schen Säule* auf das schlafende Murmelthier. Eine Säule aus 12 Paar Platten von 4 Zoll Durchmesser wurde mittelst Messingdrähten, die sich in Messingknöpfen endigten, mit einem Murmelthiere in Verbindung gesetzt, das bei 7½° Lebenswärme in einer Celle der Abtey des Mont-Cenis,

wo das Thermometer auf +3° ſtand, im Winterſchlafe lag. Die Säule ſtand ſchon eine Stunde; als Hr. Prünelle mit den Drähten ſein Zahnfleiſch berührte, empfand er noch eine Art von Schlag. Er tauchte nun die Knöpfe in Kochſalzwaſſer und brachte ſie in das Maul des in einem Korbe in ſeiner ſchlafenden Stellung liegenden Murmelthiers. Faſt in demſelben Augenblick wurde die Reſpiration merkbar, nach 3 Minuten bewegte und ſchüttelte ſich das Thier, nach 8 Minuten öffnete es die Augen, und war die Wärme ſchon in den Extremitäten zu ſpüren, und in nicht vollen 15 Minuten war die ganze Lebenswärme des Thiers wieder erſchienen. — Ein zweites bei 9° Lebenswärme ſchlafendes Murmelthier wurde in 10 Minuten auf dieſelbe Art völlig aufgeweckt.

Verwundung, ſelbſt bedeutende, wirkt lange nicht ſo ſchnell. Hr. Prünelle ſtellte mit einem bei 6½° Lebenswärme ſchlafenden Murmelthier in einer Luftwärme von 4° folgenden Verſuch an. Er machte einen Einſchnitt in die Haut nach der ganzen Länge des Schenkels, und entblößte die Arterie. Die vielen kleinen arteriellen und venöſen Gefäſſe, welche er durchſchneiden muſte, gaben nur ſehr wenig Blut, und dieſes ſchien in allen von ziemlich gleicher Farbe zu ſeyn. Er unterband darauf die Pulsader an zwei Stellen, die 1 Zoll weit von einander entfernt waren, und zog die untere Unterbindung zuſammen, um ein Anſchwellen der Gefäſſe hervorzubringen; dieſes war indeſs nach 2 Mi-

nuten noch sehr wenig merklich. Darauf durchschnitt er die Arterie mit Einem Schnitte über der zusammengezognen Unterbindung. Noch immer war das Thier erstarrt, obgleich die Operation schon 6 Minuten dauerte, und es fing erst an aufzuwachen, als das Blut, welches während der ersten Secunde sehr langsam aus dem durchschnittnen Gefäfse hervordrang, etwas dicker floss. Er liefs es 2 Minuten lang laufen, ehe er die zweite Unterbindung zusammenzog. Das Blut war zwar minder schwarz als das venöse, aber viel minder roth als das gewöhnliche arterielle Blut. Nach 33 Minuten seit Anfang der Operation war das Murmelthier völlig erwacht und die gewöhnliche Lebenswärme in allen Gliedern wieder erschienen; und als nun die Arterie aufs neue geöffnet wurde, sprang das Blut mit aller Gewalt und mit der gewöhnlichen Farbe des arteriellen Bluts hervor. Das Thier starb darauf nach wenigen Augenblicken.

Um über den Zustand der Sensibilität der Thiere im Winterschlaf ins Reine zu kommen, müfste man Körper, die unmittelbar auf das Nervensystem wirken, wie Scammonium, Opium u. dgl. auf sie einwirken lassen, schlafend und wachend.

Hr. Prünelle fand, dafs in einem wachenden ganz zahmen Murmelthiere das Herz 90 Schläge in einer Minute machte. Im Winterschlafe macht es dagegen während dieser Zeit nur 8 bis 10 Schläge, die nicht gleiche Abstände haben, und in der Crural-Arterie sich nicht anders wahrnehmen lassen,

als wenn ſie entblöſt iſt. Bei einem Murmelthier im Winterſchlafe, deſſen Lebenswärme unter 12½° C. iſt, iſt es unmöglich, das Athemholen zu ſehn; dieſes wird erſt bei 15° Lebenswärme bemerkbar, und gleichförmig und anhaltend erſt bei 22°. In niedrer Wärme zählt man manchmal 3 bis 5 Athemzüge in 1 Minute, und dann geht wieder 1 Minute ohne Athemzug hin. — „Was die Producte der Reſpiration betrifft, ſagt Hr. Prünelle, ſo ſind ſie nach Verſchiedenheit der Umſtände, in denen ſich das Thier befindet, ſo verſchieden, daſs ſich ſchwerlich zu genauen Reſultaten über ſie gelangen läſst.

Hr. Prünelle that ein bei 8½° Lebenswärme ſchlafendes Murmelthier in ein Manometer, das 50 Litre faſste, und entband darin kohlenſaures Gas aus Kreide und Schwefelſäure. Nach 13 Minuten zeigten ſich in dem Murmelthiere einige convulſiviſche Bewegungen, und als er den Apparat ſogleich auseinander nahm, fand er es todt.

Ein ſchlafendes Murmelthier, das in einen Recipienten gebracht wurde, worin 20 Litre Sauerſtoffgas und 10 Litre atmoſphäriſche Luft enthalten waren, athmete nach 4¼ Stunden ſichtlich, und war nach 6¼ St. völlig erwacht.

Ein bei 7½° Lebenswärme ſchlafendes Murmelthier wurde in das vorige Manometer, welches 50 Litre faſste, bei einer Temperatur von 5° gebracht. Binnen 40 Stunden veränderte es ſeine Wärme nicht; die Luft im Manometer aber nahm an Sauer-

ſtoffgas allmählig, doch ſehr langſam ab. Nachdem ſie durch Waſchen vom kohlenſauren Gas befreit war, enthielt ſie, nach 10 St. unterſucht, 19,63 Theile Sauerſtoffgas, hatte alſo nur 1,37 Th. Sauerſtoffgas auf 100 Theile Luft verloren, daher das Thier in dieſen 10 Stunden nicht mehr als 0,22 Litre von den anfänglich vorhandnen 12,5 Litres Sauerſtoffgas verzehrt hatte. Nach 20 Stunden war der Sauerſtoffgehalt in 100 Theilen der Luft 17, nach 40 Stunden 14,8, und nach 60 Stunden noch 12,44 *). Die Lebenswärme war nun auf 8° geſtiegen, und an den Bauchmuskeln wurde das unmerkliche Athemholen ſichtbar. Um das Thier nicht zu tödten, wurde nun der Verſuch unterbrochen. — Ein bei 15° Lebenswärme ſchlafendes Murmelthier hatte in einem ganz ähnlichen Manometer nach 10 Stunden auf 100 Th. Luft 2,9 Th. Sauerſtoffgas, alſo mehr als doppelt ſo viel als das erſte verzehrt, und nach 20 St. enthielt die Luft nur noch 11,34 Th. Sauerſtoffgas in 100 Theilen; die Wärme des Thiers war aber auf 17½° geſtiegen, und da das Murmelthier ſehr ermattet zu ſeyn ſchien, ſo wurde der Verſuch hier beendigt.

Herr Prünelle ſetzte in daſſelbe Manometer ein mit 7° Lebenswärme ſchlafendes Murmelthier, dem er die Enden zweier iſolirt durch die Deckplatte

*) Hr. Prünelle, der zu Arcueil bei Hrn. Berthollet gelebt hat, bediente ſich zu den eudiometriſchen Verſuchen des Volta'ſchen Eudiometers nach den Vorſchriften der HH. von Humboldt und Gay-Luſſac.

„kannt iſt, wie er ſeine Verſuche anſtellte. Ich „habe mich mehrere Monate lang damit beſchäftigt, „alles, was er über die Reſpiration der verſchiednen „Schneckenarten *(helix)* und über die Einwirkung „ſagt, welche das Thier nach dem Tode auf die „atmoſphäriſche Luft, ſelbſt und durch ſeine Hülle, „hat, zu wiederholen, und faſt immer habe ich „entgegengeſetzte Reſultate als die erhalten, welche „er ankündigt, und dabei habe ich viel genauer „operirt, als zu ſeiner Zeit möglich war.“

* * *

Auch der *Igel (erinaceus europaeus)* hält einen Winterſchlaf, dieſer iſt aber nicht von ſehr langer Dauer. In den Wäldern, in welchen ſich Igel aufhalten, ſieht man ſie nicht mehr, ſobald die Temperatur bis $3\frac{3}{4}$ oder $2\frac{1}{2}$° C. herab kömmt, und ſie kommen erſt mit den erſten ſchönen Frühlingstagen und ſo oft die Wärme auf 15 bis 17° ſteigt, zum Vorſchein. Sie laufen dann unter den Bäumen umher und ſuchen nach Nahrung. Ihr Winterſchlaf dauert alſo nicht ohne Unterbrechung. Auch tragen ſie ſich Vorrath in ihren Löchern zuſammen, um ihn bei dem Wiedererwachen zu verzehren, wenn der Hunger ſie verhindert heraus zu kriechen, und dieſen Vorrath erneuern ſie mehrmals während der Winterzeit. Thermometer in die Mundhöhle eines wachenden Igels geſteckt, ſteigen immer auf 35° C., ſtehn hier aber wegen des Athmens um $2\frac{1}{2}$° unter der wahren Lebenswärme. Zu Verſuchen ſind die Igel

wenig geſchickt, wegen ihres zu zärtlichen Lebens. Hr. Prünelle hatte nur Einen wirklich erſtarrten; er machte in einen Muskel der Bruſt deſſelben einen Einſchnitt, und brachte ein Thermometer in die Wunde; es zeigte 10° C., während die Luftwärme 11¼° war. Eilf Minuten darauf fing das Thier an zu erwachen, ohne Zweifel durch den Schmerz, den die Wunde demſelben machte, und das in der Wunde befindliche Thermometer ſtieg in 14 Minuten auf 36¼°.

Einige Tage vorher hatte Hr. Prünelle denſelben Igel 4 Minuten lang unter Waſſer von 10° Wärme gehalten; es waren dabei mehrere Luftblaſen aus ſeiner Lunge entwichen, der Verſuch ſchien ihn aber nicht angegriffen zu haben.

Er ſperrte am 21. Auguſt einen wachenden Igel, mit Kaſtanien zur Nahrung, in einen Kaſten, und ließs dieſen in eine Eisgrube herab, wo die Temperatur + 5° C. war. Nach 52 Stunden war der Igel munter und geſund, und hatte alle Kaſtanien verzehrt. — Einen andern Igel erhielt er 12 Stunden lang in einem mit einer Froſtmiſchung von — 18¾° C. umlegten Glaspokal, in einer Temperatur von — 15°; der Igel ſchlief nicht ein, war nur etwas weniger munter. Die Froſtmiſchung wurde erneuert, und nun fand ſich nach 10 St. der Igel zwar ohne Bewegung, aber nicht ſchlafend, ſondern todt.

Die *Fledermäuſe (veſpertilio murinus)* wickeln ſich während des Winterſchlafs in ihre Flügel und ihre Schwanzhaut ein; ihr Kopf iſt auf die Bruſt ge-

ſenkt, und ſie haben die Geſtalt einer Kugel. Ihre Reſpiration ſcheint dann unmerklich zu ſeyn, die Schläge des Herzens bleiben aber beinahe noch ſichtbar; während des Wachens ſind ihrer 200, im Winterſchlafe nur 50 oder 55 in einer Minute. Jeder mechaniſche Reiz, Geräuſch oder Ammoniakdampf bringt ſie, ſelbſt aus dem tiefſten Winterſchlaf, zum Erwachen. Verſetzt man ſie in ein Zimmer von 17 bis 20° Wärme, ſo wird das Athemholen nach einigen Minuten ſichtlich, ſie erwachen allmählig, und nach einigen Stunden fliegen ſie umher. In den Kellern, Abzügen u. ſ. f., wohin die Fledermäuſe, um ihren Winterſchlaf zu halten, ſich verkriechen, iſt die Temperatur bleibend über dem Froſtpunkte. Hr. Prünelle fand in den Ruinen alter Waſſerleitungen und in den Souterrains eines Forts Fledermäuſe in Gruppen von 10 und 12 an der Decke hängend, in der vollkommenſten Erſtarrung, während andre noch eben ſo munter als im Sommer umher flogen. Die Wärme der erſtarrten variirte von 15 bis $17\frac{1}{2}$°.

Herr Prünelle öffnete mit einem einzigen Schnitt die Bruſt einer erſtarrten Fledermaus, und ſetzte die Kugel eines Thermometers, das auf + 20° ſtand, in die Wunde. Es ſank ſogleich bis + $7\frac{1}{2}$°, und ſtieg dann allmählig bis $38\frac{3}{4}$° C., indem der Schmerz der Wunde das Thier allmählig zum Erwachen brachte. In allen Thieren, die den Winterſchlaf halten, iſt dieſer deſto tiefer, je niedriger die Temperatur des Thieres iſt, und umgekehrt;

daher das Thermometer dieſe beiden Zuſtände zugleich anzeigt. Das Thermometer hatte unter der Achſel der ſchlafenden Fledermaus nur auf $6\frac{1}{2}°$ geſtanden, und Hr. Prünelle ſchließt daraus, die Wärme ſey nicht gleichförmig durch den Körper des Thiers im Winterſchlafe verbreitet.

Lebhafte Kälte erweckt die ſchlafenden Fledermäuſe. Eben ſo erwachen ſie im Luftzuge, oder wenn man einige Minuten lang mit einem Blaſebalge auf ſie bläſt. — Eine Fledermaus, die bei 7° Lebenswärme ſchlief, wurde 6 Minuten lang unter Waſſer von 7° Wärme erhalten, ohne daſs ſie erwachte, oder Schaden litt; eine zweite bei 7° Lebenswärme ſchlafende, war geſtorben, als ſie Hr. Prünelle 20 Minuten lang unter Waſſer gehalten hatte. — Er brachte eine ſchlafende Fledermaus in den Recipienten einer Luftpumpe; nach 5 Kolbenzügen breitete ſie ihre Flügel aus, und ungeachtet ſogleich die Luft wieder hinzugelaſſen wurde, ſo ſtarb ſie doch nach drei oder vier Bewegungen. — Eine Fledermaus, die ſchlafend 10 Tage lang in einem mit Kalkwaſſer geſperrten Recipienten, welcher ungefähr 1 Litre Luft enthielt, zugebracht hatte, war todt; eine zweite ſehr krank und ſtarb nach zwei Tagen.

Am 19ten Februar 1807 wurden zwei völlig betäubte Fledermäuſe gewogen, und als ſie am 12ten März erwachten, wieder gewogen. Die eine hatte 3,5, die andre 2,3 Gramme, d. i. ungefähr $\frac{1}{12}$ ihrer anfänglichen Schwere an Gewicht verloren.

Hr. Prünelle öffnete einer wachenden und einer ſchlafenden Fledermaus die Carotis; das Blut der erſtern war weit röther als das der letztern.

Der Winterſchlaf der *Eichelmaus (Myoxus nitela)* iſt wie der des Igels unterbrochen, und noch von kürzerer Dauer. Im Herbſte iſt ſie fett, im Frühjahr mager. Sie ſammelt Wintervorrath ein, und das Bedürfniſs der Nahrung erweckt ſie von Zeit zu Zeit. Iſt ihr Vorrath aufgezehrt, ſo ſtirbt ſie in ihrem Loche, wenn ſie ihn nicht erneuern kann. Das Thermometer ſank in der geöffneten Bruſt einer ſchlafenden Eichelmaus auf $8\frac{1}{2}°$. Sie athmet im Schlafe ungleich, 8 bis 12 Mal in einer Minute.

Auch der *Bär* und der *Dachs* ſollen, wie man ziemlich allgemein glaubt, den Winterſchlaf halten. Mir ſcheinen ſie dieſe Eigenſchaft nicht zu beſitzen. Bei dem Eintritt des Winters iſt der Bär, der im Freyen lebt, auſserordentlich fett, und bringt mehrere Tage in gänzlicher Unthätigkeit zu, ohne ſelbſt Nahrung zu nehmen. In den Alpen ſteigt er nie über die Region der Fichten hinauf; ſein Lager hat er gewöhnlich unter einem Felſen in den dichteſten Stellen der Wälder, oder in einem hohlen Baum, in welchem er mit bewundernswürdiger Leichtigkeit herauf und herab ſteigt. In den Alpen ſind die Bären mehrentheils während des ganzen Monats Januar nicht ſichtbar; alle Jäger halten dieſe Zeit für die ihres Winterſchlafs; ſchläft indeſs der Bär während deſſelben, ſo iſt es wenigſtens eine ganz andre

Art von Schlaf, als die des Murmelthiers. Denn wenn man ſich dem Schlupfwinkel nähert, in welchem man ihn in Betäubung glaubt, ſo verläſst er ihn ſogleich und entflieht. Er läuft dann zwar ſehr ſchlecht; dieſes möchte ich indeſs der Weichheit ſeiner Tatzen zuſchreiben, an denen er unaufhörlich geſogen hat, und keinem Ueberreſt von Betäubung. Ich habe nie gehört, daſs man einen Bär in Betäubung überraſcht habe, obgleich ich lange Bewohner von Ländern geweſen bin, wo dieſe Thiere ſehr gemein ſind. Die gefangnen Bären halten ſelbſt während der gröſsten Kälte keinen Winterſchlaf, wie jedermann weiſs. Im Februar, wenn noch alle Berge mit Schnee bedeckt ſind, ſteigen die Bären in die Thäler herab, um die Wurzeln der *Calla paluſtris* und *Angelica ſilveſtris* und Birken- und Pappel-Knospen zu verzehren; auch findet man ſie dann oft bei Ameiſenhaufen, die ſie begierig verſchlingen. Alle dieſe Nahrungsmittel ſind ſehr erregend, und ſcheinen ihnen nothwendig zu ſeyn, um die Verdauungswege, die durch ein Faſten von mehrern Wochen geſchwächt ſind, zu ſtärken. Da die Bären ſehr fett ſind, wenn ſie ſich im Winter in ihr Lager verbergen, ſich dort nicht bewegen, und wahrſcheinlich den gröſsten Theil der Zeit verſchlafen, auch bei ihrem dicken Pelze nur wenig durch Ausdünſtung verlieren können, ſo läſst das Fett, womit ſie dann beladen ſind, ihnen eine lange Enthaltſamkeit ertragen. Iſt dieſes Fett verzehrt, ſo fühlen ſie das

Bedürfnifs neuer Nahrung, und verlaſſen ihre Schlupfwinkel. Wir haben daher keinen Grund, anzunehmen, daſs ſie einen wahren Winterſchlaf halten.

Wenn es wahr iſt, was Linnée und einige andre Naturforſcher annehmen, daſs der *Dachs* einen Winterſchlaf hält, ſo gilt dieſes höchſtens für das nördliche Europa. Bei uns verläſst er im Winter ſein Loch ſo gut als im Sommer, um Nahrung zu ſuchen, und wenn Schnee liegt, ſieht man immer um ſein Loch ſeine Färthe. Gewöhnlich ſchläft dann der Dachs die Nacht und drei Viertel des Tags über, und bleibt daher ſo fett, daſs er dadurch oft am Laufen verhindert wird. Auch kann er leicht Hunger ertragen, und bleibt während der Schneezeit, wie der Bär, mehrere Tage lang ohne Nahrung. Zu St. Fargeau im Departement der Yonne war Herr Prünelle im J. 1805 am 25ſten Dec., bei — 13° C. Kälte, auf der Dachsjagd.

II.

Die Optik des Ptolemäus, verglichen mit der Euclid's, Alhazen's und Vitellio's,

von

DELAMBRE, Secr. d. math. Kl. d. Inſt.

(Vorgel. im Inſt. im Oct. 1811)

Frei bearbeitet von Gilbert *).

Herr von Humboldt war durch ſeine Unterſuchungen über die Strahlenbrechung in der Atmoſphäre, welche der Leſer dieſer Annalen J. 1809 *N. F.* B. 1. S. 337. gefunden hat, veranlaſst worden, bei den Alten nachzuſehn, ob ihnen dieſes Phänomen ganz unbekannt geblieben ſey. Er fand zuerſt in einer Stelle des Sextus Empiricus, daſs ſie eine der offenbarſten Folgen der aſtronomiſchen Strahlenbrechung, nämlich das frühere Aufgehn und ſpätere Untergehn der Sterne, bemerkt hatten. Die gewöhnliche Meinung iſt, Ptolemäus Optik, worin von der aſtronomiſchen Strahlenbrechung geredet werde, ſey verloren gegangen; Hr. von Humboldt fand aber in der

*) Nach der *Bibl. brit.* Nov. 1811. G.

Mécanique céleſte des Hrn. La Place die Optik des Ptolemäus, nach einem lateiniſchen Manuſcripte auf der kaiſerl. Bibliothek, mit einigem Lobe erwähnt; dieſes Manuſcript verſchaffte er ſich, und wandte ſich an Hrn. Delambre, als an den Sachverſtändigſten, mit der Bitte, dieſes Manuſcript genauer zu unterſuchen. Auf dieſe Art iſt die intereſſante Notiz entſtanden, welche der Verfaſſer in einer der öffentlichen Sitzungen des Inſtituts vorgeleſen hat.

Hr. Delambre berichtigt zuerſt zwei Stellen in Montucla's Geſchichte der Mathematik, 2te Ausgabe Th. 1. S. 312 f., in welchen „von Ptolemäus Optik, als von dem vollſtändigſten optiſchen Werke der Alten, das aber verloren ſey," geſprochen, und von dem Araber Alhazen geſagt wird, „man vermuthe mit Recht, obſchon er es läugne, daſs er faſt ſeine ganze Optik aus dem Ptolemäus entlehnt habe."

Hr. Delambre bemerkt hiergegen, Alhazen nenne in ſeinem Werke den Ptolemäus nicht ein einziges Mal. Er glaube nicht nur, Alhazen habe nichts aus Ptolemäus Optik entlehnt, ſondern dieſes Werk nicht einmal gekannt, und nur einige optiſche Grundſätze, die ſich ſehr wohl durch Tradition von Ptolemäus bis auf ihn können fortgepflanzt haben. Vitellio ſey dagegen offenbar ein Schüler des Alhazen, denn er bekenne es ſelbſt, obſchon er es vorher geläugnet

habe; überdiefs ſey ſein Werk eine Art von Abguſs von dem des Arabers *).

Einen ziemlich guten Grund, warum die Geſtirne an dem Horizonte gröſser als in der Höhe zu ſeyn ſcheinen, weil man nämlich Gegenſtände zwiſchen ſich und ſie wahrnimmt, und ſie entfernter glaubt, ſchreibt Baco und nach ihm auch Montucla dem Ptolemäus zu. Hr. Delambre hat davon bei dem Ptolemäus nichts gefunden, wohl aber in Alhazen's Optik, mit einer nicht bedeutenden Verſchiedenheit.

Ptolemäus Optik wird weder von Ricciolus erwähnt, der alle Schriftſteller nennt, welche vor ihm von der aſtronomiſchen Strahlenbrechung geredet haben, noch von Kircher, der Vitellio's Refractions-Tafeln für Glas und Waſſer giebt; noch von Kepler, obgleich er in ſeinen *Paralipomenis in Vitellionem* Euclid, Alhazen und Vitellio widerlegt; und Bailly und La Lande ſprechen von ihr blos nach Montucla. Herr La Place ſcheint daher der einzige geweſen zu ſeyn, der ſeit Baco's Zeiten von Ptolemäus Optik etwas gewuſst hat **).

*) Alhazen, von dem man weiter nichts weiſs, ſoll im 12ten Jahrhundert gelebt, und Vitellio, aus Polen gebürtig, ſeine Optik im J. 1270 vollendet haben. *G.*

**) Käſtner ſagt in ſeiner Geſchichte der Mathemat. B. 2. S. 237: „Des Claudius Ptolemäus Werk von der Optik führen ſpätere Schriftſteller häufig an. Jetzt hat man es nicht mehr. Seinen Titel: Ὀπτικὴ πραγματεια, giebt aus Anführungen griechiſcher Schriftſteller Fabricius, *Bibl. Graec.* l. 4. c. 14. §. 14.“ *Gilbert.*

Die kaiſerliche Bibliothek beſitzt zwei Manuſcripte der lateiniſchen Ueberſetzung; eine dieſer Handſchriften iſt von Hrn. Delambre unterſucht worden. Sie enthält 211 Seiten in Quarto. Auf der erſten Seite ſteht: *Incipit liber PTHOLEMAEI de opticis; ſive de aſpectibus, translatus ab Ammiraco Eugenio ſiculo.* Das TH iſt ein Fehler des Abſchreibers, welcher z. B. ſtets *chylindrus* ſchreibt. Von dem hier genannten Ueberſetzer weiſs man nichts. Biographen erwähnen einen Neapolitaniſchen Edelmann Ammirato, der im 16ten Jahrhunderte lebte, ſagen aber nicht, daſs er Arabiſch und Mathematik verſtanden habe.

Die Ueberſetzung iſt voller Lücken. Das erſte Buch fehlt ganz, weil es in den beiden arabiſchen Exemplaren mangelte, die der Ueberſetzer vor Augen hatte; eben ſo fehlt das Ende des fünften Buchs. Es fehlen ferner eine Menge Worte, welche der Abſchreiber offen gelaſſen hat, und die oft ſchwer zu ergänzen ſind; auch ſind die Figuren und die nachweiſenden Buchſtaben häufig nicht dem gemäſs, was in dem Texte ſteht. Nach Montucla beſitzt die Bodlei'ſche Bibliothek zu Oxford eine lateiniſche Ueberſetzung der Optik des Ptolemäus in Manuſcript, welche den Titel hat: *Ptolemaei, opticorum ſermones quinque, ex arabico latine verſi.* Dieſer Titel ſcheint eine Vollſtändigkeit zu verſprechen, welche den Pariſer Manuſcripten fehlt *). „Man hat uns Hoffnung gemacht, ſagt Hr. Delambre, eine Ueberſetzung

der Optik des Ptolemäus von Herrn Cauſſin, dem gelehrten Ueberſetzer des Ebn Junis, zu erhalten; ſeitdem ich aber das MS. geleſen habe, fürchte ich, die Schwierigkeiten aller Art, mit denen er zu kämpfen haben würde, werden ihn von dieſem Vorſatz abbringen, es ſey denn, man entdecke ein arabiſches oder griechiſches MS., welches bis jetzt unbekannt geblieben iſt, oder das Oxforder MS. ſey brauchbarer **).

*) Der unter dem Namen Regiomontan berühmte, in Nürnberg lebende Aſtronom des Mittelalters, welcher 1476 zu Rom ſtarb, wollte, dem von ſeinem Schüler Tannſtedter bekannt gemachten Verzeichniſſe zu Folge, unter andern Büchern auch herausgeben folgende beide: *Perſpectiva Vitellionis, opus ingens et nobile* und *Perſpectiva Ptolemaei (Weidler Hiſt. Aſtron.* p. 311). In der Nürnberger Ausgabe der *Perſpectiva communis* des Engländers John Peccam, Erzbiſchofs zu Canterbury, vom J. 1542, ſagt der Herausgeber Georg Hartmann in der vorgeſetzten Zuſchrift (Käſtner's Geſch. d. Math. B. 2. S. 264): „Regiomontan habe des Ptolemäus optiſche Bücher herausgeben wollen, davon ſey aber nichts erſchienen, und ſie fänden ſich nicht in R. Verlaſſenſchaft; Ptolemäus handle ſeinen Gegenſtand in fünf Büchern ab: 1) Licht und Sehen; 2) ſichtbare Sachen, wie ſie erſcheinen; 3) ebne und erhabne Spiegel; 4) hohle Spiegel und Zuſammenſetzung von mehrern Spiegeln; 5) Strahlenbrechung; *Argumentum tanti operis habemus*, ſagt Hartmann, *extat et apud nos eius fragmentum, quod tamen, quia unicum habemus exemplum, non auſi ſumus propter eius depravationem publicare.*“

Gilbert.

**) In der unterſuchten Handſchrift findet ſich auch: Eine kleine Abhandlung von 22 Seiten *de Ponderibus*, welche dem Euclid zugeſchrieben wird. Der Mangel faſt aller Figuren und der diffuſe und verwickelte Styl laſſen es ſehr bezweifeln, daſs ſie wirklich von Euclid herrühre; ſie han-

Ptolemäus Optik ist in 5 Bücher oder Discurse (*sermones*, βιβλια) getheilt, und jedes der folgenden fängt mit einer Wiederholung dessen an, was in dem vorhergehenden enthalten ist. Aus dem Anfange des zweiten Buchs sehn wir, dass das *erste Buch*, welches fehlt, von den Beziehungen handelt, worin das Licht und das Organ des Sehens zu einander stehn, von ihrer Aehnlichkeit und ihrer Verschiedenheit; unstreitig eine philosophische Abhandlung im Geiste des Aristoteles und der Gelehrten seiner Schule.

Die griechischen Philosophen machten sich gröstentheils eine sehr sonderbare Vorstellung von der Art, wie das *Sehen* vor sich geht. Einige sagten, wie wir, es gingen von jedem Punkte eines leuchtenden oder erleuchteten Gegenstandes unaufhörlich Strahlen aus, und wenn diese das Auge träfen, ent-

delt von den Gewichten und den Hebeln, und ist sehr oberflächlich. Noch folgt unter demselben Titel und unter dem Namen Eratosthenes eine Art von Commentär dieser Abhandlung, welcher nichts als den Beweis enthält, dass im Zustande des Gleichgewichts die Gewichte den Entfernungen vom Unterstützungspunkte des Hebels verkehrt proportional sind. Zuletzt findet sich noch das Buch *de crepusculis, Abhomá dii malsegeir.* Folgendes sind die hauptsächlichsten Begriffe, welche man darin findet: Die Morgendämmerung entsteht vom Lichte der Sonne, die steigt, die Abenddämmerung vom Lichte der Sonne, die sinkt; die Farbe in Osten ist weiss, in Westen röthlich. Von Anfang der Morgendämmerung bis zum Aufgehn der Sonne geht viel längere Zeit hin, als vom Untergange der Sonne bis Ende der Dämmerung. Auf Bergen und auf Ebnen fängt die Dämmerung an, wenn die Sonne 18° unter dem Horizonte ist. *Delambre.*

ſtehe die Empfindung des Sehens; eine Meinung, welche Euclid, oder der Schriftſteller, der unter ſeinem Namen geſchrieben hat, im erſten Kapitel förmlich zu widerlegen unternimmt. Die andern behaupteten, der Geſichtsſtrahl *gehe vom Auge aus* nach gerader Linie, bis er auf ein Hinderniſs ſtoſse. Wenn dieſes undurchdringlich ſey, ſo werde er zurückgeworfen, ſo daſs er einen gleichen Winkel wie zuvor mit dem Einfallslothe mache. Wenn der Körper dagegen von ihm durchdringbar, alſo durchſichtig ſey, gehe der Lichtſtrahl hindurch und nehme die Farbe dieſes Mittels an. Träte der Geſichtsſtrahl aus einem dünnern in ein dichteres Mittel, z. B. aus Luft in Waſſer oder Glas, ſo nähere der Strahl ſich dem Lothe, neige ſich nach demſelben, und ergreife den Gegenſtand, auf den er ſtoſse, in dieſer neuen Richtung. Das Entgegengeſetzte geſchehe beim Uebergehn des Strahls aus einem dichteren in ein dünneres Mittel. Dieſe Vorſtellungen, bemerkt Herr Delambre, gelen über Ptolemäus Zeit hinaus, denn ſie finden ſich gröſstentheils ſchon bei Cleomedes, der hundert Jahr vor Ptolemäus lebte. Ptolemäus ſetzt ſie überall voraus, und ſpricht von ihnen als von einer zugegebenen Sache, die keines Beweiſes weiter bedarf. — Nach Euclid bilden die Geſichtsſtrahlen einen Kegel, deſſen Spitze im Auge und deſſen Grundfläche auf dem Gegenſtande iſt. Nach Ptolemäus ſind ſie eine Pyramide. Die Vorſtellung iſt

dieſelbe; die Benennung hängt von der Figur ab, welche man der ſichtbaren Grundfläche giebt.

Im *zweiten Buche* fängt Ptolemäus an, als ein Metaphyſiker über das Sehen zu philoſophiren. Das Geſicht lehrt uns die Körper ihrer Gröſse, Farbe und Figur nach, auch die Bewegung und die Ruhe kennen, das alles aber nur mittelſt etwas lichtem *(lucidum)* und mittelſt etwas, das das Hindurchdringen verhindert. Die Dinge, welche man ſieht, unterſcheidet er in *wahre* und *nicht wahre*; die erſtern ſind die leuchtenden Körper; die, welche man zuerſt oder ſpäter *(primo aut ſequenter)* ſieht; erſtere ſind die, welche Farben, die andern alle, welche keine Farben haben. Wenn dieſe Dinge weder Dichtigkeit noch Farben haben, lehrt das Geſicht ſie uns nicht als Körper kennen. Die Dunkelheit läſst ſich nicht ſehn, man kennt ſie blos durch Privation. Ptolemäus ſucht dann geometriſch die Umſtände auf, welche die Einheit der Bilder im Sehen, oder die Zweifacheit derſelben beim natürlichen oder künſtlichen Schielen *(ſtrabisme)* hervorbringen. Von allem dem kömmt nichts bei Euclid vor; Alhazen aber hat dieſen Gegenſtand mit mehr Ordnung und auf eine andre Art behandelt.

Das, was dieſes zweite Buch ferner enthält, iſt eine ganz merkwürdige Miſchung richtiger und ſonderbarer Vorſtellungen. Einige derſelben mögen hier zum Beiſpiele ſtehn: „Die Gröſse des Geſichtswinkels iſt die Haupturſache der Gröſse,

welche man einem Gegenſtande zuſchreibt: Die wahre Entfernung oder die, welche man annimmt, kann unſer Urtheil über ſie modificiren.“ — „Daſs Einige beſſer als Andere ſehn, kömmt von einer gröſsern Sehekraft *(vertu viſuelle)* her, welche, wie alle Fähigkeiten, bei den Greiſen kleiner iſt.“ — Die, welche *hohle* Augen haben, ſehn in kleineren Entfernungen, als die andern“ (offenbar ein Fehler des Abſchreibers). — „Der Mond hat eine ihm eigne Farbe, welche man nur in den Mondfinſterniſſen wahrnehmen kann.“ Dieſelbe Behauptung findet ſich in Ptolemäus Almageſt und in Theon's Commentar. — „Die Gegenſtände, welche man durch Zurückwerfung ſieht, nehmen etwas von der Farbe des Spiegels an, ſo wie die, welche man durch ein durchſichtiges Mittel hindurch ſieht, etwas von der Farbe dieſes Mittels.“

„Die Luft, in der wir uns befinden, iſt ſtärker gefärbt, als die obere Luft, wegen der Ausdünſtungen, die von der Erde aufſteigen; das Licht geht leichter durch ſie hindurch, als durch Waſſer; unſer Sehen dringt leichter durch ſie hindurch. Daher kömmt es, daſs wir den Himmel in einer Farbe zu ſehn glauben, die ihm mit den Ausdünſtungen gemein iſt. Daſſelbe findet für alle ausgedehnte Gegenſtände und in den *Flüſſigkeiten* Statt, welche wenig Dichtigkeit haben, und entfernter ſind als die Luft, in der wir uns befinden. Die groſse Dünnheit ſchwächt die Wahrnehmung derſelben, obgleich das dazwiſchen liegende Licht nicht

verhindert, daſs man ſie gewahr wird, wie bei den Sternen, die man ſieht, wenn das Auge ſich an einem dunkeln Orte befindet, und die man neben keinem ausgedehnten Gegenſtande wahrnimmt; indeſs das Auge, wenn es im Hellen iſt, die Sterne wegen des dazwiſchen liegenden Lichtes nicht ſieht.“ — „Die Sonne und der Mond ſcheinen uns wegen ihrer Helligkeit nahe zu ſeyn, aber der Geiſt ſieht ein, daſs der Himmel höher iſt, als die andern Oerter: er macht einen falſchen Schluſs, und hält eine Sache für wahr, die blos ſcheinbar iſt. Er glaubt, daſs eine Sache, welche ihm die letzte zu ſeyn ſcheint, gröſser ſey, als diejenige, welche wirklich entfernter und gröſser iſt.“

Das ganze *dritte Buch* beſchäftigt ſich mit der Wirkung der Spiegel, und man findet darin Klarheit und Dunkelheit, Wahrheit und Irrthum eben ſo untereinander gemengt, als in den eben gegebenen Proben. Ganz am unrechten Orte findet ſich hier folgende Erklärung, warum die Sterne am Horizonte gröſser zu ſeyn ſcheinen, wegen der Montucla dem Ptolemäus mehr Ehre zukommen läſst, als ihm zu gebühren ſcheint: „Aus dem „Vorhergehenden ſcheint zu folgen, daſs von Ge„genſtänden, die am Himmel ſind und unter einer„lei Winkeln geſehn werden, die dem Zenith nä„her ſtehenden kleiner erſcheinen müſſen. Die „nahe am Horizonte erſcheinen anders (d. h. grö„ſser), weil man ſie auf eine Art ſieht, an die wir „nicht gewöhnt ſind. Die höhern Gegenſtände

„werden auf eine wenig gewöhnliche Art und mit „Schwierigkeit der Action geſchehn.“ Nach Ptolemäus liegt es alſo an der ungewohnten Stellung des Beobachters, daſs er den Mond am Zenith kleiner als am Horizonte ſieht.

Das *vierte Buch* handelt von den Hohlſpiegeln, von Spiegeln, die aus einem ebnen und einem hohlen, oder aus einem convexen und einem concaven zuſammengeſetzt ſind, und von Pyramidal-Spiegeln mit kreisförmiger oder vielſeitiger Grundfläche.

Nach dieſen vier erſten Büchern zu urtheilen, ſteht die Optik des Ptolemäus der des Alhazen, nach Hrn. Delambre, weit nach. Der Araber hat weit mehrere Materien behandelt, und iſt zwar ebenfalls nicht frei von Fehlern, war aber doch unſtreitig gelehrter und mehr Mathematiker, als Ptolemäus. Alhazen widerlegt die Theorie der Griechen vom Sehen, und iſt der Meinung, daſs die Strahlen, welche das Sehen bewirken, von den Gegenſtänden in das Auge kommen. Dieſes Organ beſchreibt er anatomiſch, und ſieht ſich dadurch in dem Stand, die Einheit des Bildes, wenn man den Gegenſtand mit beiden Augen ſieht, viel beſſer als Ptolemäus zu erklären. Ptolemäus handelt nur von drei Arten von Spiegeln, Alhazen beſchreibt ihrer ſieben. Die Aufgabe, auf einem Kugelſpiegel den Punkt der Zurückwerfung zu finden, wenn der

Ort des Auges und der des Gegenſtandes gegeben iſt, kömmt zuerſt bei ihm vor; Ptolemäus begnügt ſich, im Allgemeinen anzugeben, ob das Bild vor oder hinter dem Auge oder dem Spiegel iſt, ohne je den Ort deſſelben genau zu beſtimmen. Bei Montucla wird dieſe Aufgabe mit Unrecht dem Ptolemäus beigelegt.

Das *fünfte Buch* iſt nach Hrn. Delambre das merkwürdigſte und das am wenigſten unverſtändliche. Ptolemäus hat es darin mit den vornehmſten Erſcheinungen der Strahlenbrechung zu thun. Man findet darin, ſagt Hr. Delambre, gut angeſtellte phyſikaliſche Verſuche, welches bei den Alten ohne Beiſpiel iſt. Ptolemäus Theorie der Strahlenbrechung iſt vollſtändiger, als die aller Schriftſteller vor Caſſini, Tycho ſelbſt nicht ausgenommen, der noch glaubte, die aſtronomiſche Strahlenbrechung werde von den Dünſten in der Luft hervorgebracht, und höre auf in einer Höhe von 45°. Ptolemäus fängt mit dem bekannten Verſuch mit einer Münze an, die ſo in einem Gefäſse liegt, daſs der Rand ſie zu ſehn hindert, und die ſichtbar wird, ſobald man das Gefäſs voll Waſſer gieſst. Um die Winkelgröſse zu meſſen, um welche der Strahl gebrochen wird, bedient ſich Ptolemäus eines in 360° eingetheilten Kreiſes, den er ſenkrecht in das Waſſer ſtellt, ſo daſs der Mittelpunkt deſſelben, in welchem ein farbiges Stiftchen

(mire) befeſtigt iſt, ſich an der Oberfläche des Waſſers befindet. Der Kreis hat zwei Indices, von denen der eine längs des eingetauchten, der andere längs des über dem Waſſer befindlichen Halbkreiſes beweglich iſt. Er ſtellt den erſtern in einer beliebigen Entfernung von dem ſenkrechten Durchmeſſer, und verſchiebt den letztern, bis der Geſichtsſtrahl durch beide Indices und das Stiftchen im Mittelpunkte geht. Dann ſieht er nach, wie viel Theile der Eintheilung die Bogen enthalten, welche zwiſchen dem ſenkrechten Durchmeſſer und jedem der Indices enthalten ſind. Auf dieſe Weiſe hat Ptolemäus ſeine Tafel der Brechungswinkel im Waſſer für die verſchiednen Einfallswinkel, von 10 zu 10 Graden bis 80 Grad, zu Stande gebracht. Da ſein Inſtrument nur in Grade eingetheilt war, ſo können freilich ſeine Reſultate nicht ſehr genau ſeyn. Mit demſelben Apparate läſst ſich die Brechung der Strahlen aus Glas in Luft beſtimmen; Ptolemäus giebt für alle Winkel in der Luft von 10 zu 10 Graden die ihnen entſprechenden Winkel im Glaſe. Endlich hat er auch die Brechung aus Glas in Waſſer beſtimmt. Dieſe ſeine Reſultate wird man verglichen finden.

Er wendet ſich darauf zu der *aſtronomiſchen Strahlenbrechung*, welche er der Verſchiedenheit der Dichtigkeit des Aethers und der Luft zuſchreibt. Daſs ſie vorhanden iſt, beweiſt er *erſtens* daraus, daſs die Sterne beim Auf- und Untergehn dem

Nordpole näher ſind, als wenn ſie durch die Mittagsebne gehn; und *zweitens*, daſs Sterne, die nahe um den Pol ſtehn, beim Durchgehn durch den untern Theil des Mittagskreiſes dem Pole näher zu ſeyn ſcheinen, als wenn ſie durch den obern Theil des Mittagskreiſes gehn. Alhazen, der dieſelbe Erſcheinung erwähnt, ſagt nur, der eine dieſer Abſtände ſey gröſser als der andere, bemerkt aber nicht, (wie Ptolemäus gethan hatte,) daſs der eine dieſer Abſtände kleiner, der andere gröſser als der wahre Abſtand des Sterns vom Pole iſt, woraus folgt, daſs die Strahlenbrechung ſtets die Sterne dem Zenithe näher rückt. Ueberhaupt iſt Alhazen bei der aſtronomiſchen Strahlenbrechung ſehr viel kürzer und ungenügender, als der Grieche. Was die Abnahme derſelben mit der Höhe betrifft, ſo ſagt Ptolemäus ausdrücklich, daſs je höher ein Stern ſtehe, deſto kleiner der Unterſchied zwiſchen ſeinem wahren und ſcheinbaren Stande ſey, bis dieſer Unterſchied in dem Zenith verſchwinde. Er fügt hinzu, die Höhe der Atmoſphäre, d. h. die Höhe der Oberfläche, an welcher die Brechung des Strahls vor ſich geht, ſey unbekannt; man wiſſe blos, daſs ſie unter der Sphäre des Mondes ſey.

Um die Strahlenbrechung zu erklären, beſchreibt Ptolemäus dieſelbe Figur, auf welche Caſſini ſeine ganze Theorie gegründet hat, und bedient ſich beinahe deſſelben Raiſonnements. Er nimmt, wie Caſſini, an, es müſſe irgend ein feſtes Verhältniſs zwi-

ſchen dem Einfalls-Winkel und dem Brechungs-Winkel Statt finden; weiter geht er aber nicht. Hätte er noch einen Schritt weiter gemacht, und wäre er auf den Gedanken gekommen, die doppelten Sehnen der Winkel, welche er in ſeiner Tafel giebt, mit einander zu vergleichen, ſo würde er wahrſcheinlich das feſte Verhältniſs, welches er ſuchte, und das Geſetz der Strahlenbrechung gefunden haben. Hr. Delambre hat dieſe Vergleichung für ihn gemacht, nur daſs er die halben Sehnen, d. h. die Sinus der Winkel nimmt, und ſie den Zahlen in Ptolemäus Tafel beigefügt.

Die erſte der beiden folgenden Refractions-Tafeln iſt aus Ptolemäus, die zweite aus Vitellio's Optik entlehnt.

Strahlenbrechung nach Ptolemäus.

Einfalls-Wink.	aus Luft in Waſſer: Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus	aus Luft in Glas: Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus	aus Waſſer in Glas: Brech. Wink.	Verhältniſs der Sinus
10°	8′	0,80143	7°	0,70179	$9\frac{1}{2}^{\circ}$	0,95044
20	$15\frac{1}{2}$	0,78136	$13\frac{1}{2}$	0,68255	$18\frac{1}{2}$	0,92774
30	$22\frac{1}{2}$	0,76537	$20\frac{1}{2}$	0,70041	27	0,90798
40	28	0,73037	25	0,65748	35	0,89233
50	35	0,74875	30	0,65270	$42\frac{1}{2}$	0,88192
60	$40\frac{1}{2}$	0,74992	$34\frac{1}{2}$	0,65403	$49\frac{1}{2}$	0,87804
70	45	0,75249	$38\frac{1}{2}$	0,66247	56	0,88422
80	50	0,77786	42	0,67946	62	0,89657
Im Mittel (=ſin. 50 7′ 3″) oder wie 4 : 3,06936		0,76736	(=ſin 42° 21′ 56″) wie 3 : 2,02158	0,67380	(=ſin 64° 24′ 32″) wie 9 : 8,11710	0,90190

Strahlenbrechung nach Vitellio's Optik.

Einfalls-Wink.	aus Luft in Waſſer: Brech. Wink.	aus Luft in Waſſer: Verhältniſs der Sinus	aus Luft in Glas: Brech. Wink.	aus Luft in Glas: Verhältniſs der Sinus	aus Waſſer in Glas: Brech. Wink.	aus Waſſer in Glas: Verhältniſs der Sinus
10	7¼°	0,77658	7′	0,70178	9½°	0,95043
20	15½	0,78135	13⅓	0,68255	18½	0,92773
30	22½	0,76537	19½	0,66761	27	0,90798
40	29	0,75423	25	0,65748	35′	0,89233
50	35	0,74875	30	0,65270	42½	0,88192
60	40½	0,74992	34½	0,65403	49½	0,87804
70	45½	0,75904	38½	0,66247	56	0,88224
80	50	0,77787	42	0,67946	62	0,89667
	Im Mittel	0,76414		0,67976		0,90190
	(=ſin 49° 49′ 50″)		(=ſin 42° 2′ 50″)		(=ſin 64° 24′ 30″)	
	wie 4 : 3,05656		wie 3 : 2,00928		wie 9 : 8,1110	

	aus Waſſer in Luft: Brech. Winkel nach Vitellio	aus Waſſer in Luft: Brech. Winkel wirklicher	aus Glas in Luft: Brech. Winkel nach Vitellio	aus Glas in Luft: Brech. Winkel wirklicher	aus Glas in Waſſer: Brech. Winkel nach Vitellio	aus Glas in Waſſer: Brech. Winkel wirklicher
10°	12° 15′	16° 57′	13° 0′	15° 2′	10° 30′	11° 6′
20	24 30	26 35	26 30	30 42	21 30	22 17
30	37 30	40 52	40 30	48 17	33 0	33 40
40	51 0	57 16	55 0	73 41	45 0	45 27
50	65 0	. .	70 0	. .	57 30	58 9
60	79 30	. .	85 50	. .	70 30	73 47
70	94 30	. .	101 30	. .	84 0	. .
80	110 0	. .	118 0	. .	98 0	. .

Die Brechungswinkel des Vitellio ſind, wie man ſieht, ſehr nahe dieſelben, als die des Ptolemäus, welches ſehr begreiflich iſt, da beide ſie nur bis auf halbe Grade beobachtet haben, weil wahrſcheinlich ihre Inſtrumente nur in ganze Grade eingetheilt waren. Was den Fall betrifft, wenn der Strahl aus einem dichteren in ein dünneres Mittel übergeht, ſo hat Vitellio den Brechungswinkel blos berechnet, und zwar, wie er ſagt, der Erfahrung zu

Folge, welche ihn gelehrt habe, dafs die Brechungswinkel dieſelben ſind, der Strahl möge aus einem dünnern durchſichtigen Mittel in ein dichteres übergehn, oder aus dieſem dichtern in das dünnere. Er ſetzt den Einfallswinkel in beiden Fällen gleich, und macht den Brechungswinkel beim Uebergange aus dem dichtern in das dünnere Mittel eben ſo viel gröſser als den Einfallswinkel, als er beim Uebergehn aus dem dünnern in das dichtere Mittel kleiner als dieſer iſt. Dieſe Regel, der zu Folge die Summe der zu einerlei Einfallswinkel gehörigen Brechungswinkel in beiden Fällen immer dem Doppelten des Einfallswinkels gleich ſeyn würden, iſt falſch, und verleitet ihn zu der Ausſage in ſeinen Tafeln, dafs zu einem Einfallswinkel von 80° von Waſſer in Luft ein Brechungswinkel von 110° gehöre, eine Paradoxie, die ihm nicht aufgefallen iſt.

Newton giebt in ſeiner Optik die Brechungs-Verhältniſſe, welche in beiden Tafeln dargeſtellt ſind, d. h. das Verhältnifs des Sinus des Einfallswinkels zu dem des Brechungswinkels, folgendermafsen an:

Brechungsverhältnifs des gelben Lichtes von
Luft in Regenwaſſer 529 : 390 = 4 : 2,99432
Luft in gemeines Glas 31 : 20 = 3 : 1,93048
und es iſt $\frac{200}{229}$ = 0,74858 = ſin. 48° 28′ 3″
und $\frac{20}{31}$ = 0,64516 = ſin. 40° 10′ 40″

Newtons gemeines Glas war vielleicht nicht ganz von derſelben Art, als das Glas, welches Ptolemäus das reinſte Glas nennt, und womit er den Verſuch angeſtellt hat.

Zuſatz. S. 376. Anm. Herr Prof. Roſenmüller hierſelbſt, von dem ich mir eine Erklärung der mir unverſtändlichen arabiſchen Worte *Abhoma dii mâlfegeir* (wie ſie in der franzöſiſchen Urſchrift ſtehn) erbat, hat die Güte gehabt, mir über ſie folgende Auskunft zu geben: „Dieſe arabiſchen Worte ſind richtig ſo zu ſchreiben: *Abu-Homa daum-al-fegr,* das heiſst, Abu-Homa über die Dauer der Morgendämmerung. *Abu-Homa* iſt der Name des Verfaſſers, oder vielleicht nur der Anfang ſeines Namens, und iſt der Tractat derſelbe, welchen man Alhazen beilegt, ſo könnte wohl noch folgen *el Hazen* etc.; *daum* heiſst Dauer, *fegr,* welches fedſhr oder fadſhr ausgeſprochen wird, die Morgendämmerung, (Abenddämmerung heiſst *ſchafak*) und *al* iſt der Artikel.“

Gilbert.

III.

Ueber einige theoretiſche Modificationen der Daltonſchen Hygrologie; und über die praktiſche Anwendbarkeit ſeiner Hygrometrie.

Von

PAUL ERMAN,

Secr. d. phyſ. Kl. und Prof. d. Phyſ. a. d. Univ. zu Berlin.

I.

Die Geſetze des gemeinſchaftlichen Daſeyns mehrerer expanſibeler Flüſſigkeiten in einem Raume ſind der Gegenſtand eines Problems, welches in ſeiner ganzen Allgemeinheit erſt jetzt die Phyſiker zu beſchäftigen anfängt. Durch Auflöſung deſſelben wird die Aeroſtatik und Aerodynamik eine beträchtliche Erweiterung gewinnen, zuvor aber muſs ſich noch vieles, was jetzt im Werden iſt, mit ſolcher Beſtimmtheit geſtalten, daſs der Mathematik das Eindringen in den chemiſchen Prozeſs geſichert wird. Ein beſondrer Fall dieſes allgemeinen Problems, und zwar gerade der ſchwierigſte, hat ſich indeſs ſtets, ſeitdem es eine Naturforſchung giebt, den Phyſikern aufgedrungen; ſo ausgezeichnet ſind die Züge, welche die Exiſtenz des *Waſſerdampfs* in der Atmoſphäre charakteriſiren. Faſt jede Aen-

derung ſeines unendlich beweglichen Gleichgewichts iſt mit Aenderung des Aggregat-Zuſtandes begleitet; das Unſichtbare wird durch Trübung ſichtbar, oder umgekehrt, und das Expandirte wird tropfbarer Niederſchlag, der ſich bald wiederum expandirt. Wenn die andern Beſtandtheile des atmoſphäriſchen Gemenges ähnliche Störungen des Gleichgewichts erlitten, die mit eben ſo wahrnehmbaren Modificationen des Aggregat-Zuſtandes begleitet wären, und wenn vollends (wie beim Waſſerdampfe) das Wohl und Weh der Nationen und die Bewohnbarkeit der Erde an das ununterbrochene Schwanken dieſes Gleichgewichts gebunden wäre; ſo würde die Hygrologie und Hygrometrie ſehr bald in ihrer Allgemeinheit aufgefaſst worden ſeyn, ſtatt daſs ſie noch jetzt in den Lehrbüchern meiſtens nur als ein Anhang zur Lehre vom Waſſer eingeſchaltet zu werden pflegt.

Wie wichtig die Ueberſicht iſt, die man gewinnt, wenn man ein zu löſendes Problem in dem für den gegebenen Zuſtand des Wiſſens allgemeinſten Ausdruck aufſtellt, zeigt ſich, wie überall, ſo auch in den Geſtaltungen, welche die Hygrometrie in den letzten Jahrzehenden gewonnen hat. Zwar ſind mehrere genaue quantitative Beſtimmungen, die unentbehrlich waren, erſt in dieſer Zeit gegeben worden; dieſes iſt es aber nicht allein, was jenes Problem ſeiner Reife näher gebracht hat, ſondern eben ſo ſehr die Subſumtion der ſpeciellen Geſetze der Ausdünſtung unter die allgemeinen

der Miſchung heterogener expanſibler Flüſſigkeiten überhaupt, gleichviel ob ſie permanent oder nicht permanent elaſtiſch ſind; ein Unterſchied, der hier in der That ganz unweſentlich iſt, indem er ſich blos auf den Grad der Temperatur bezieht, bei welchem eine gegebene Subſtanz ſich expandirt.

Während der erſten Periode der Hygrometrie war die Frage faſt ausſchlieſsend: *wie verhält ſich in der Atmoſphäre der expandirte Waſſerdampf?* In ſie gehören die Arbeiten Le Roy's, Lambert's, Sauſſure's, de Luc's, Mayer's, Schmidt's und andrer ſehr verdienter Männer. Ich wage nicht zu beſtimmen, wen einſt die Annalen der Wiſſenſchaft an die Spitze derer ſtellen werden, die tiefer eindringend den Geſetzen nachforſchten, welche je zwei expanſible Flüſſigkeiten, die in denſelben Raum treten, in Hinſicht auf Druck, Elaſticität, Eigenſchwere, abſolute Temperatur, Spannung der Wärme, und in ihrer Formänderung befolgen, wobei ihre Formänderung, wenn ſie deren unter gegebenen Umſtänden fähig ſind, nur als Corollare dieſer Geſetze betrachtet werden.

Auf jeden Fall ſpielt Dalton eine bedeutende Rolle in dieſer beginnenden Periode *): ſeine

*) Es ſey mir erlaubt, bei dieſer Gelegenheit für dieſe *Annalen* das Verdienſt zu reclamiren, zuerſt die Aufmerkſamkeit der Phyſiker auf Dalton's hygrologiſche Unterſuchungen durch die Bearbeitung und die kritiſche Beleuchtung derſelben in Band 15 (Jahrg. 1804) und durch die mit ihnen in Zuſammenhang ſtehenden Arbeiten Dalton's in B. 12, 13, 14, 16, 21 (S. 377 f.) 25 und 27 gelenkt zu haben. *Gilbert.*

factiſchen Unterſuchungen ſind ſo mannigfaltig, ſo ſinnreich erdacht, und von einem ſo imponirenden Anſchein von Genauigkeit in der Ausführung, und die Schärfe ſeines Geiſtes führt ihn zu ſolcher Verallgemeinerung der Anſichten, daſs ein bedeutender Antheil des Impulſes unſtreitig von ihm ausgegangen iſt; und Vieles von dem, was Phyſiker andrer Nationen in dieſer Periode über Thermologie und Hygrologie verhandelten, werden künftig die Engländer für Dalton, Leslie und Rumford eben ſo vindiciren, wie ſie es in Hinſicht auf die erſte Grundlegung der antiphlogiſtiſchen Chemie zu Gunſten von Prieſtley und Cavendiſh mit allem Recht gethan haben.

Der ganz beſondre Umſtand, daſs Dalton's Hauptreſultat von auffallender Paradoxie war, ohne doch eigentlich neu zu ſeyn, trug viel dazu bei, ſeine Unterſuchungen noch erregender zu machen. Seitdem es factiſch erwieſen war, daſs im luftleeren Raume die Menge und Elaſticität des Waſſerdampfs genau dieſelbe iſt, wie unter dem Druck der Atmoſphäre, koſtete es vielen Naturforſchern wenig Ueberwindung, dem Auflöſungsſyſtem zu entſagen: die Gründe aber, welche die Hülfshypotheſen empfahlen, einer nachherigen Auflöſung des bereits gebildeten Waſſerdampfs durch Luft, oder einer Verwandlung des Waſſerdampfs in Luft, oder einer Mitwirkung der Cohäſionskraft in den kapillaren Zwiſchenräumen der Lufttheilchen, wurden von vielen überſehen, wie meiſtens auch die etwanige

Mitwirkung der Elektricität, die allerdings wenigen Einfluſs bei der Verdampfung haben mag. So hatte alſo eine groſse Mehrheit, deren Charakter ſelten eine ſtrenge Conſequenz zu ſeyn pflegt, die Auflöſungs-Hypotheſe verlaſſen, ohne das klare Bewuſstſeyn mit hinüber zu nehmen von dem, was eine Theorie vorausſetzt und in ſich ſchlieſst, die alles auf bloſse Temperatur zurückbringt. Dieſe Folgerungen ſprach Dalton ruhig aus, und ſetzte mit muthiger Conſequenz ſeinen Weg fort durch alle abſchreckende Folgerungen einer ächten *Anti-Auflöſungs-Theorie.* Da ſtutzten beide Partheien faſt in gleichem Grade, und es galt, wie in andern Fällen, der für den Ketzer, der mit Beſtimmtheit ſich für die überſehenen Folgeſätze aus einer früher bereits ſehr verbreiteten Meinung erklärte.

Wenn der Waſſerdampf nur bei der Temperatur von 212° F. eine Expanſibilität hat, die dem Druck der Luft das Gleichgewicht halten kann, wenn demohngeachtet bei jeder niedrigeren Temperatur Waſſerdampf mit unüberwundener Expanſibilität den atmoſphäriſchen Gasarten beigemengt iſt, und wenn man ſich anderweitig bewogen findet, auf die Hülfshypotheſen mitwirkender Affinitäts- und Adhäſionskräfte Verzicht zu leiſten, ſo bleibt in der That nichts übrig, als anzunehmen, eine jede Gasart des Gemenges wirke durchaus auf keine der übrigen durch elaſtiſche Repulſion, und ſie befolge für ſich und abgeſehen von der Gegenwart

aller übrigen die Geſetze einer eigenen ſpezifiken Räumerfüllung: das heiſt, der bereits von einer Gasart eingenommene Raum iſt für jede der übrigen ein leerer Raum. Erklärt iſt hierdurch die Exiſtenz des Waſſerdampfes bei jedem Barometerdruck, erklärt folglich die quantitative Gleichheit deſſelben im luftleeren und luftvollen Raume, bei jeder Temperatur: aber wer erklärt uns den Erklärungsgrund ſelbſt, der ſowohl im atomiſtiſchen als dynamiſchen Syſteme an Ungereimtheit zu gränzen ſcheint.

Was zu Gunſten ſeiner Anſicht ſowohl nach dem einen als nach dem andern Syſtem von Dalton verſucht wurde, indem er (zuerſt mehr Dynamiker) die ausſchlieſsende Repulſion jeder ſpezifiſchen Gasart mit der magnetiſchen vergleicht, die mitten unter vielen Repulſionen fremder Art, doch ihren eigenthümlichen Karakter rein beibehält und nur auf das Gleichartige wirkt: und indem er (ſpäterhin ein potenziirter Atomiſt) durch Lage, Entfernung und Dimenſion der Dampf- und Gasmolekulen und ihrer umgebenden Thermoſphären das Paradoxe ſeiner Annahme zu bemänteln ſucht: dieſes alles, ſo wie auch dasjenige, was gegen ihn in demſelben Sinne a priori demonſtrirt wurde, kommt auf jeden Fall zu früh, wenn es nicht gar überhaupt die Unterſuchung in ein Feld ſpielt, das für uns ewig verſchloſſen und dunkel bleiben wird.

2.

Frucht-bringender und im ächten Sinne phyſikaliſcher Forſchungen waren die Einwendungen die Tralles, Berthollet, Thomſon, Murray, William Henry, Gough und Fiſcher gegen Daltons Verdunſtungslehre, von ihrer Inkohärenz mit bereits erwieſenen Naturgeſetzen, oder ohnſtreitigen Thatſachen entlehnten.

Herr Tralles ſchlieſst einen trefflichen Entwurf der Mechanik gemengter Gasarten *) mit dem Beweiſe, daſs Dalton's Annahme mehrerer von einander durchaus unabhängiger Atmoſphären ſich nicht mit der Theorie der Barometermeſſung in Uebereinſtimmung bringen laſſe: bemerkt jedoch, daſs die frühern, die uns bis jetzt zugänglich waren, nicht beträchtlich genug ſind, um die Abweichung in irgend einer reellen Beobachtung ſehr bedeutend zu geben. Die zweite Einwendung hingegen wird bereits durch eine ſehr beſtimmte Thatſache bekräftigt. Herr Tralles beweiſt, daſs wenn nach Daltons Theorie die Stickſtoffatmoſphäre wirklich eine ganz andere progreſſive Abnahme in ihren Dichtigkeiten hätte, als die Sauerſtoffatmoſphäre, es unmöglich ſeyn würde, daſs in den bereits erreichten Höhen die eudiometriſche Conſtitution des atmoſphäriſchen Gemenges noch die völlige Gleichförmigkeit zeigen könnte, die man doch gefunden hat.

*) Dieſe Annalen B. 27. S. 400.

Noch ist mir nicht bekannt, dafs Dalton seinen Scharfsinn aufgeboten habe, um seine Theorie diesen gefährlichen Klippen vorbei zu steuern. Mit den übrigen Einwendungen hingegen hat er es versucht, und zwar vorzüglich im ersten Bande seines *New System of chemical philosophy. 2 Voll. Manchester* 1808. Da dieses sehr merkwürdige Werk, als engländisches Produkt für uns auch leider den Werth der Seltenheit hat, erlaube ich mir einige Momente des polemischen Inhalts auszuheben, um so mehr, da viele von diesen den eigenthümlichen Gegenstand, zu dem sich dieser Aufsatz sogleich wenden wird, sehr nahe angehen.

A. Berthollet. Wenn eine Gasart blofs in die als leer zu betrachtenden Zwischenräume einer andern eindränge, so könnte unmöglich der Dampf des Wassers oder der Naphta das Volum der Luft, der man diese Dämpfe beimengt, vergrösern: und doch findet diese Vergrösserung statt. Nach Daltons Theorie müsste vermehrte Feuchtigkeit die spezifische Schwere der Luft vermehren; und schon Newton wufste, dafs sie sich vermindert.

a. Dalton. Ein Volum von trockner Luft sey in einem Cylinder über Queckfilber gesperrt; man lasse nun etwas Wasser oder Naphta darin verdunsten, so fällt das Queckfilber, weil es nunmehr den Druck der trocknen Luft + dem des Dampfes trägt, und folglich fallen mufs. In der freyen Atmosphäre ist der Verlauf dieser: Man denke sie sich vollkommen trocken, das heifst, bestehend nur aus der

Stickgasatmoſphäre (=23 engl. Zoll Queckſilberdruck) und aus der Sauerſtoffatmoſphäre. Die Ausdünſtung wird anfänglich ſehr lebhaft vor ſich gehen. Der bereits beſtandene Dampf, ſtets durch den neu entſtehenden herauf gedrängt, ſteigt aufwärts; und da ihm die Luft hierbei durch die Trägheit ein Hinderniſs darbietet, ſo wird der Druck der Luft nach unten um ſo viel vermindert, buchſtäblich *aufgehoben;* folglich muſs dieſe ſich mehr ausdehnen. Sobald aber aller Dampf, der bei der gegebenen Temperatur unter dem nunmehrigen Druck der Dampfatmoſphäre beſtehen kann, ſich gebildet hat, ſo hat auch die Dampfatmoſphäre ihr Gleichgewicht erreicht; ſie wirkt nicht weiter auf die Luftatmoſphäre, und laſtet blos auf die Erdfläche; und alsdann kehren die Stickgas- und Sauerſtoffgasatmoſphären zu ihrer primitiven Dichtigkeit und Druck (Spannung) zurück. Für dieſen Fall iſt es allerdings wahr, daſs der hinzugekommene Dampf das Volumen der Luftatmoſphäre nicht vermehrt. Feuchtigkeit würde bloſs das abſolute Gewicht der geſammten Atmoſphäre vermehren; ihr ſpecifiſches Gewicht hingegen bei einem gegebenen Drucke vermindern.

B. Berthollet. Giebt es in der ganzen Phyſik irgend eine Analogie für die Dalton'ſche Annahme? iſt es denkbar, daſs eine elaſtiſche Subſtanz zu dem Volum einer andern hinzukomme, ohne auf ſie durch Expanſivkraft zu wirken?

b. Dalton. Zwey Magnete wirken auf einander durch Expanſivkräfte; auf jeden andern Körper nur als unelaſtiſche Maſſen. Ihre Molekulen würden daſſelbe thun. — So können ſich auch die homogenen Molekulen einer Gasart unter ſich elaſtiſch zurückſtoſsen, während ſie auf jeden andern Körper nur unelaſtiſch wirken, das heiſt gar nicht auſser der Berührung.

C. Berthollet. Die Kraft, welche unter gewiſſen Umſtänden Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas zu Waſſer, Stickgas und Sauerſtoffgas zu Salpeterſäure vereint, entſteht doch nicht erſt in dem Moment, wo die Wirkung erfolgt; ſie war ſchon früher vorhanden und wuchs allmählig bis ſie überwiegend wurde.

c. Dalton. Allerdings wirken in der Natur Anziehungs- und Abſtoſsungskräfte meiſtens (wo nicht immer) gleichzeitig; der Karakter der Phänomene richtet ſich aber nach dem Vorwalten einer oder der andern Kraft. In den Gasarten, ſo lange ſie ſich nicht chemiſch vereinen, iſt die Repulſivkraft ſo vorwaltend, daſs die anziehenden als verſchwindend und unendlich klein zu betrachten ſind, bis durch anderweitige Einwirkungen dieſe wieder das Uebergewicht bekommen; wobei aber ſogleich der Aggregatzuſtand ſich ändert.

D. Berthollet. Ein Gemenge von Stickgas und Sauerſtoffgas verhält ſich bei Veränderungen der Temperaturen und des Drucks gerade wie eine homogene Gasart; es iſt folglich kein Grund vor-

handen, eine so grosse Verschiedenheit in den Ursachen anzunehmen, die durch nichts angedeutet wird.

d. Dalton. Wenn ein Gemenge von atmosphärischer Luft, enthaltend Stickgas von 24 und Sauerstoffgas von 6 Zoll Queckfilberhöhe Spannung in die Hälfte des Raums, den es eingenommen hatte, zusammengepresst wird, so widersteht nunmehr das Stickgas mit einer Kraft von 48, das Sauerstoffgas mit 12; zusammen 60, gerade so wie bei irgend einer homogenen Gasart. Dasselbe muss statt finden in den Veränderungen, welche die Temperatur zur Bedingung haben. Es ist aber eine grosse Frage ob die Auflösungstheorie diesen Fall eben so ungezwungen zu erklären vermag.

E. Berthollet. Lavoisiers Ansicht ist *haltbar*, dass ohne den Druck der Atmosphäre keine tropfbare Flüssigkeit, als solche bestehen kann, indem der Wärmestoff ihre Theilchen ins unendliche von einander entfernen würde, wenn nicht die Gegenkraft der Schwere sie zu einer Atmosphäre versammelte.

e. Dalton. Allerdings würde die Schwere den expandirten Wasserdampf in eine Atmosphäre, ähnlich der, die wir jetzt besitzen, versammeln; vorausgesetzt aber, der Druck dieses Wasserdampfes sey =30″ Queckfilberdruck, wie könnte sie bestehen bei der mittlern Temperatur? In kurzer Zeit würde ein bedeutender Antheil derselben sich wieder zu li-

quidem Waſſer verdichten, und der expandirt bleibende Rückſtand von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Druck, würde der fernern Ausdünſtung Gränzen ſetzen, bis ſich etwa die Temperatur änderte. So wie liquides Waſſer im Torricelliſchen Raume beharrt, ohne daſs eine Mitwirkung des atmoſphäriſchen Drucks dazu erforderlich iſt, eben ſo würde es in Lavoiſier's Vorausſetzung der vernichteten Atmoſphäre auch im freyen Raume geſchehen.

Ferner findet Dalton einen Widerſpruch darin, daſs Berthollet in der nächſt folgenden Stelle andererſeits behauptet, die Exiſtenz der Atmoſphäre bedinge eine quantitative gröſsere Ausdünſtung als der leere Raum; ſo daſs die von der Feuchtigkeit der Atmoſphäre herrührenden Variationen des Barometers beträchtlicher ſeyn müſsten, als ſie Sauſſure und de Luc annehmen.

Der Einwurf, den Berthollet von der Langſamkeit, mit welcher heterogene Gasarten ſich vermengen, entlehnt, iſt von allen Gegnern dieſer Ausdünſtungstheorie urgirt worden; daher kömmt Dalton auf ihn erſt ſpäter.

Ich wende mich nun zu ſeiner *Beantwortung der Einwendungen engliſcher Phyſiker.**) Der Ton der Polemik ändert ſich hier merklich; bis hieher zeichnet er ſich in Bezug auf den Verfaſſ. der *Statique Chimique* durch hämiſche ungebührliche Virulenz

*) Schon einmal iſt von dieſen polemiſchen Verhandlungen in dieſen Annalen die Rede geweſen: S. Bemerkungen für und wider Dalton's neue Theorie etc. Bd. 21. S. 377. f. *G.*

aus, welche um so mehr auffällt, da der ehrwürdige Berthollet bei seinem Angriffe der Lehre Dalton's die Milde seines Karakters so trefflich bewährte.

A. Murray's *Einwürfe* stehn in dessen *System of Chemistry*, welches vor einigen Jahren zu Edinburg erschienen ist: Zwischen Gasarten die *unter gewissen Umständen* sich vereinen, muss schon bei der Vermengung in jedem Fall eine Anziehung statt finden. Giebt Dalton zu.

Murray. Bei der Vermengung heterogener Gasarten kann allerdings die durch den Wärmestoff bedingte wechselseitige Entfernung der Theilchen das chemische Vereinen verhindern, aber die Anziehung kann doch noch hinreichen, um die weitere Entfernung der Theilchen zu beschränken; das heisst, die gemengten Gasarten haften an einander mit derselben Art von Kraft, wie so viele andere Körper bei der wechselseitigen Berührung der Oberflächen.

Dalton. Dieses müsste nothwendig auch auf die Theilchen homogener Gasarten ausgedehnt werden, vorzüglich auf den Dampf, dessen Theilchen unter gegebenen Umständen sich vereinen. Kann man aber behaupten, die Theilchen des Dampfes seyen durch irgend eine anziehende Kraft zusammen gehalten? Die Phänomene sind dagegen, eben wie bei einer gleichen Anzahl Theilchen des expandirten Sauerstoffgas. Wenn also gleich unstreitig in jedem erdenklichen Fall die Theilchen jeder Materie eine wechselseitige Anzie-

hung ausüben, so kann doch in besondern Fällen ein Zustand eintreten, wo Repulsion der ausschliessend vorwaltende Charakter wird, und dieſs ist der Fall bei den expansibeln Flüssigkeiten.

Murray nennt mit Berthollet diese Anziehungskraft der Gasarten unter sich *eine schwache unbeträchtliche* Kraft *(slight action, weak reciprocal action)*.

Dalton bemerkt hiergegen, dafs sie, wenn sie der Trennung expandirter Flüssigkeiten ein Hinderniſs darbieten soll, vielmehr ungemein stark seyn müsse. Bei Wasserdampf von 212° müſste die Anziehungskraft der Theilchen unter sich (um die Repulsion beschränken zu können) gleich seyn dem Gewichte einer Wassersäule von 4896 Fuſs Höhe; so hoch giebt nämlich Dalton an einer andern Stelle den Ueberschuſs der Repulsion im Wasserdampfe von dieser Temperatur an. Sein Schluſs ist dieser: die Dichtigkeit des Dampfes ist $\frac{1}{1728}$ des Wassers; folglich hat jedes Theilchen des Dampfes einen 12mal so groſsen Durchmesser als ein Wassertheilchen, übt folglich seinen Druck auf 144 Theilchen in der Wasserfläche. Auf jedes dieser Theilchen ist dieser Druck gleich einer Wassersäule von 34 engl. Fuſs Höhe. Also ist die überschüssige elastische Kraft gleich $34 \times 144 = 4896$ Fuſs.

Dalton bemerkt auſserdem, wie auffallend es in der Auflösungstheorie sey, dafs Gasarten, die fähig sind unter gewissen Umständen sich chemisch zu vereinen, (wie Sauerstoffgas und Stickgas), und

Gasarten, welche diese Eigenschaft nicht haben, (wie Wasserstoffgas und kohlensaures Gas) sich doch mit gleicher Leichtigkeit wechselseitig auflösen sollen: ja man könnte sagen, die Kraft sey sogar gröſser wenn Wasserstoffgas, das 20mal schwerere kohlensaure Gas vom Boden eines Cylinders bis zu den obersten Theilen desselben heraufzieht und daselbst vertheilt erhält.

B. Gough's Einwendungen stehen, aus *Nicholson's Journal* entlehnt in diesen Annalen, Band 21. Seite 389 und 405. Gough. Wenn die Atmosphäre aus zwei mechanisch gemengten aber dynamisch isolirten Atmosphären von Sauerstoffgas und Stickgas bestünde, so müsste jeder entfernte Schall doppelt gehört werden, je nachdem er sich in jeder verschiedentlich fortpflanzt. Diese Einwendung ist individuel charakteristisch, da Gough das Unglück hat das Organ des Gesichts zu entbehren.

Dalton. Wenn der Schall sich in der Stickgasatmosphäre fortpflanzt mit einer Geschwindigkeit von 1000 Fuſs in der Sekunde, so kommen nach angestellter Berechnung für die gesammten sich durchdringenden Atmosphären folgende Geschwindigkeiten des Schalls heraus:

Für die Stickgasatmosphäre	1000
die Sauerstoffgasatmosphäre	930
die des kohlensauren Gas	804
die des Wasserdampfs	1174 Fuſs.

Daraus folgt nun, daſs ein lauter und starker Schall aus der Entfernung von 13 engl. Meilen gehört, zuerst

nach 59 Secunden einen ſchwachen Eindruck aufs Gehör machen werde, vermittelſt der Waſſerdampfatmoſphäre; dann einen zweiten und zwar den ſtärkſten von allen durch die Stickgasatmoſphäre nach 68½ Secunden; darauf den dritten durch die Sauerſtoffgas-Atmoſphäre nach 74 Secunden; und endlich einen Vierten, von allen den ſchwächſten, durch die Atmoſphäre des kohlenſauern Gas nach 85 Secunden.

Nun hat Derham in ſeinen zahlreichen Beobachtungen gefunden, daſs ein Kanonenſchuſs in dieſer Entfernung von 13 engl. Meilen, nie einfach gehört wird, ſondern in 3 bis 6 auf einander folgenden Pulſen. Die zwey erſtern ſind ſtärker als der dritte; der letzte iſt der ſtärkſte von allen. Dieſs kann man nicht füglich, wie Cavallo thut, vom bloſsen Wiederhall ableiten; denn das Phänomen iſt conſtant; zu Lande und zur See und unter allen Umſtänden daſſelbe. In einer Entfernung von 10 bis 20 engl. Meilen verwandelt ſich ſtets das krachend brüllende Geräuſch des Geſchützes, dem kein muſikaliſcher Ton durchaus entſpricht, in einen muſikaliſch vergleichbaren Baſston, der im Piano beginnend, allmählich zum Forte anſchwellt, und wiederum in Piano übergeht um langſam zu verhallen. Dieſe Erſcheinung, ſo wie die ſehr ähnlichen beim entfernten Schall des Donners, ſtimmt mit der Theorie der ſich unabhängig von einander durchdringenden Atmoſphären, ſo gut wie man es bei dergleichen Gegenſtänden erwarten kann.

Thomſon ſtellt in ſeinen *Elements of Chemiſtry* der Daltonſchen Hypotheſe drei Gründe entgegen: 1) Es vergeht eine bedeutende Zeit ehe zwei in der Berührung ſich ſelbſt überlaſſene heterogene Gasarten ſich mengen, was nicht ſeyn ſollte, wenn eine für die andere ein leerer Raum wäre. — 2) Wenn die Molekulen je zwei heterogener Gasarten wirklich in Beziehung auf einander unelaſtiſch wären, ſo müſste bei dieſem Mangel an Repulſivkraft ein Theilchen Sauerſtoff ſogleich Waſſer bilden, wenn es mit einem Theilchen Waſſerſtoff in Berührung kömmt. Der Verſuch bei der Vermengung des Sauerſtoffgas mit Salpetergas würde hierin der Daltonſchen Anſicht günſtig ſeyn. — 3) Der Umſtand, daſs gewiſſe chemiſche Vereinigungen ſo ungemein leicht gelingen, wenn eine der beiden Gasarten nur ſo eben im Entſtehen begriffen iſt, (nun eben den elaſtiſchen Zuſtand annehmen will,) ſcheint ebenfalls der Hypotheſe zu widerſprechen, daſs die bereits gebildeten Gasarten keine wechſelſeitige Repulſion auf einander ausüben.

Dieſe drei Einwendungen ſind, nach Dalton's eigenem Geſtändniſs, nicht ganz leicht zu beantworten; die zwei letzten haben ihn ſogar vorzüglich bewogen, ſeine Theorie bedeutend zu modificiren.

Was die *erſte* betrifft, die bereits Berthollet und faſt alle Gegner Dalton's zur Sprache gebracht hatten, ſo ſind uns Dalton's frühere Verſuche, ſie zu heben, längſt bekannt. Die Urſache

Der Weg, auf welchem er zur Schätzung der verſchiednen Dimenſionen der Molekulen gelangt ſeyn will, iſt folgendem Schluſſe analog. Wenn ein Gemenge von 1 Maas Stickgas und 1 Maas Sauerſtoffgas augenblicklich vereint werden könnten, ſo würden ſie beinahe genau zwei Maas Salpetergas geben, die Anzahl der Molekulen des Salpetergas kann aber nach der Vereinigung höchſtens nur die Hälfte ſeyn von der Summe der Theilchen, welche die beiden Gasarten früher hatten. Aus ähnlichen Betrachtungen folgert er, daſs weder bei gleichem Volum noch bei gleichem Gewicht je zwei verſchiedne Gasarten dieſelbe Anzahl von Theilchen haben, das heiſst, die Theilchen jeder ſpecifiſch verſchiednen haben verſchiedene Dimenſionen.

Bei einer ungemengten homogenen Gasart lagern ſich die globularen Theilchen in horizontalen Stratis; je vier Theilchen bilden ein Quadrat; in der folgenden Schicht ruht jedes Theilchen auf vieren

litter. and philoſ. Soc. of Mancheſter, auf welche Dalton ſich hier beruft, habe ich den Leſern dieſer *Annalen* ſchon vor einigen Jahren mitgetheilt; nämlich: *Ueber das Verhältniſs, wonach die elaſtiſchen Flüſſigkeiten, welche die Atmoſphäre bilden, in ihr vorhanden ſind* (J. 1807. St. 12, od. B. 27. S. 369.); *Ueber das Beſtreben der elaſtiſchen Flüſſigkeiten, ſich durch einander zu verbreiten* (daſ. S. 388.); und *Ueber die Abſorption der Gasarten durch Waſſer* (J. 1808. B. 28. S. 397). In letzterer findet man am Ende ſeiner Theorie S. 412. das Verhältniſs der Gewichte der *kleinſten Theilchen* von gasförmigen und andern Körpern angegeben. *Gilbert.*

der untern Schicht; die Berührungspunkte mit dieſen ſind um 45° erhaben über die Fläche, die durch die Mittelpunkte der vier untern Theilchen gelegt wird; *daher* iſt die Gleichförmigkeit des Drucks nach allen Seiten herzuleiten. Wenn nun in einem Gefäſse ein Maas einer heterogenen Gasart hinzugemengt wird, dann kömmt eine Fläche, beſtehend aus globularen Theilchen von irgend einer Dimenſion, mit einer Fläche, beſtehend aus Theilchen von einer andern Dimenſion, in Berührung; die Berührungspunkte der heterogenen Theile bilden nunmehr ganz verſchiedene Winkel, welche von 40° bis 90° abweichen können; dadurch wird das Gleichgewicht des Drucks geſtört, und es entſteht eine innere Bewegung, welche die Theilchen des einen Gas zwiſchen die des andern eindringen macht, und ſo von Schicht zu Schicht, bis in dem verſchloſſenen Gefäſse die Theilchen an die Flächen des Gefäſses gelangen, gegen welche ſie ſich ſtützen; und dann iſt Gleichgewicht da, wenn die heterogenen Theilchen gleichförmig durcheinander vermengt ſind. In der freien Atmoſphäre hingegen kann das Gleichgewicht nicht eher Statt finden, als bis die Theilchen zu einer Höhe geſtiegen ſind, wo ſie durch ihre eigne Schwere zurückgehalten werden, das heiſst, bis ſie eine eigene Atmoſphäre conſtituiren.

Dieſe Darſtellung, die ich mit möglichſter Treue übertrage, iſt im angeführten Werke von ſo unbefriedigender Kürze, daſs ich frei geſtehen muſs,

viel ob dieſer das häufigere Verdampfen, bewirkt durch weiter vorgerückte Sättigung der Luft, oder durch gröſseren elaſtiſchen Druck des bereits beſtehenden Dampfes auf den eben entſtehenden.

Die Elemente dieſer Dalton'ſchen hygrometriſchen Methode ſind nicht neu; ſchon Le Roy ſuchte den Feuchtigkeits-Grad der Luft durch den Condenſations-Punkt des Dampfes an einem kälteren Körper zu beſtimmen, und Sauſſure wog vergleichend Gewebe, die er mit Waſſer benetzte, um aus der Quantität des verdunſteten auf den Grad der atmoſphäriſchen Trockniſs zu ſchlieſsen.

Dalton's ausgezeichnetes Verdienſt iſt, die beiden Thatſachen, welche bis dahin iſolirt ſtanden, verbunden zu haben, ſo daſs die ſie darſtellenden Reihen eine ſogenannte Tafel mit doppeltem Eingang bilden, wo man ſtets vom gegebenen Condenſationspunkt auf die Waſſermenge, die verdunſten ſollte, ſchlieſsen kann, und umgekehrt. Nur unter dieſer Bedingung konnte man ferner von der individuellen in einem Falle gegebenen Condenſation, oder von der beobachteten Verdunſtungs-Menge auf den wahren hygrometriſchen Zuſtand der Luft ſchlieſsen.

Das Band zwiſchen den Reihen der Condenſations-Punkte und der Verdunſtungs-Mengen, die Seele alſo der ganzen Dalton'ſchen Hygrometrie, iſt die Tafel der durch Beobachtung beſtimmten Expanſibilität des Waſſerdampfs im luft-

leeren Raume für jeden Grad der Temperatur *). Dieſe Tafel aber iſt bekannt durch die ungemeine Paradoxie ihres Reſultats. Sie giebt für die Ausdehnungen des Waſſerdampfs eine Progreſſion, welche nicht die geometriſche iſt, indem die Exponenten bei ſteigender Wärme bis zu einem gewiſſen Punkt in arithmetiſcher Progreſſion abnehmen, ſo, daſs bei einem gegebenen Punkte die Expanſivkraft ſtationär wird, und nicht weiter zunimmt. Dieſe höchſt ſonderbare Erſcheinung, (wenn ſie nämlich Realität in der Erſcheinung haben ſollte, wie Herr Soldner ſehr geneigt iſt es zu erwarten **), ließe ſich nur herleiten von einer wechſelſeitigen Anziehung der Dampftheilchen, die jeder Expanſion deſſelben entgegenwirkte, bei einer gewiſſen relativen Entfernung aber durch correſpondirende Abnahme der Repulſion des Wärmeſtoffs ihr Maximum erreichte; nur ſo wäre es allenfalls denkbar, daſs das Waſſer als Dampf ein ähnliches Phänomen als im tropfbaren Zuſtand darböte, wo auch in einem gegebenen Punkt der Skale durch verminderte Wärme eine Expanſion bedingt wird. Doch liegt hierin nicht die mindeſte Wahrſcheinlichkeit; der thermometriſche Gang aller Gasarten iſt entſchieden dawider; am allerwenigſten aber dürfte Dalton auf dieſe Rechtfertigung ſeiner Paradoxie provociren, da ſie nur in der Auflöſungs-Theorie conſequent

*) Man findet ſie in ihrer ganzen Ausdehnung in dieſen *Annalen* J. 1803 St. 9. oder B. 15. S. 8 f. G.

**) In dieſen *Annalen* B. 17. S. 41. u. B. 25. S. 411. G.

wäre, wie wir bei der Widerlegung des Murray'schen und Berthollet'schen Einwurfs so eben von ihm selbst gehört haben. Hr. Soldner scheint mir das Räthsel viel glücklicher gelöst zu haben, indem er geneigt ist, einen Fehler in den *absoluten* Dalton'schen Zahlen zu vermuthen, herrührend von einer Anomalie des thermometrischen Ganges des Quecksilbers. Diese Anomalie hat Dalton von jeher angenommen, und sein *New System of chymistry* ist unter andern höchst interessant durch eine motivirte neue Skale für das Quecksilber-Thermometer. Die dürftigen Stunden, auf welche mir die Benutzung dieses Werks gegönnt war, haben mir nicht erlaubt, die Vergleichung von *Old Scale* und *New Scale* auf seine Tafel der Expansibilitäten zu beziehen *); so wie aber die neue Skale die Erkaltung der Körper in der Luft in geometrischer Progression giebt, während die alte dieses Gesetz maskirt, so läßt sich ein gleiches auch für den vorliegenden Fall erwarten, obgleich mit weniger Wahrscheinlichkeit. In dieser, wie in sehr vielen andern Hinsichten wird sich Hr. Prof. Wolff ein neues Verdienst um die deutschen Naturforscher erwerben durch die Uebersetzung des Dalton'schen Werks, womit er uns zu beschenken im Begriffe ist, und die baldigst bei Hitzig erscheinen wird.

*) Man findet einiges über diese neue Thermometerskale in Dalton's Bemerkungen über den absoluten Nullpunkt der Wärme, in dies. *Annal.* J. 1803, od. B. 14. S. 287 f. *G.*

Da jedoch die Dalton'sche Tafel auf jeden Fall eine sehr nahe Approximation darbietet, so können wir von der eben erwähnten Schwierigkeit füglich abstrahiren, wenn von Temperaturen die Rede ist, welche die mittlere atmosphärische wenig übersteigen; und so wären wir endlich durch ein hinlänglich motivirtes Fallenlassen vieler theoretischer Fragen an die wirkliche *Ausübung der Dalton'schen hygrometrischen Methode* gelangt, die den unendlichen Vorzug hat, direct zu seyn, indem sie keinen vermittelnden hygroskopischen Körper anwendet, dessen Sprache erst mühsam und unvollkommen errathen werden muss, und dessen Gang sich meistens mit der Zeit in sich selbst ändert, weshalb ich auch mit der grössten Zuversicht an die Ausübung dieser Methode ging, nicht ahnend, dass es einen Umstand giebt, der diese Ausübung höchst schwankend zu machen vermag; um so weniger, da Dalton diese praktische Schwierigkeit nirgends erwähnt.

4.

Ich habe in verschiedenen Jahreszeiten und an verschiedenen Oertern mehrere Reihen von hygrometrischen Beobachtungen (254 an der Zahl) nach Dalton's Methode angestellt. Die zugleich mit dem enthaltenen Wasser genau tarirte Schale hatte dieselbe Oberfläche, nach welcher die Dalton'schen Tabellen berechnet sind, und wurde an einem offenen Fenster jedesmal 15 Minuten der freien Luft ausgesetzt;

Die Gewichtsabnahme ſuchte ich bis auf ein Zehntelgran engliſch Gewicht, berechnete den zu dieſer Verdampfungs-Menge bei gegebener Temperatur gehörigen Condenſationspunkt nach den Tabellen, und beſtimmte endlich den wahren Condenſationspunkt durch den Verſuch. So wurde jede Beobachtung in ein tabellariſches Tagebuch eingetragen, nach folgenden Rubriken: Tag, Stunde und Minute; — Meteorologiſcher Zuſtand nach Hygrometer, Barometer, Elektrometer und Richtung und Stärke des Windes; — Temperatur des Waſſers, gleich gemacht der der Atmoſphäre; — Abſoluter Verluſt während einer Viertelſtunde; — Auf die Minute reducirter Verluſt; — Verluſt, wie er blos in Hinſicht auf die gegebene Temperatur nach Dalton's Tabelle ſeyn ſollte; — Differenz — hierzu gehöriger Condenſationspunkt nach der Tabelle; — durch den Verſuch gefundener Condenſationspunkt; — Differenz.

Sehr bald ward ich gewahr, daſs bei unveränderter Temperatur, ſowohl des Waſſers als der Atmoſphäre, an einem und demſelben Orte, in mehreren unmittelbar auf einander folgenden Beobachtungen, die Quantitäten des verdunſteten Waſſers ſich oft über alle Erwartung unverhältniſsmäſsig ändern, während ſie zu andern Zeiten faſt übereinſtimmend gefunden werden. Als Beiſpiel dieſer Abweichungen mögen folgende Fälle dienen:

Es verdunſtete in den einzelnen auf einander folgenden *Viertelſtunden* Waſſer:

	in der *erſten*	in d. *zweiten*	in d. *dritten*	in d. *vierten*
a)	8,7 engl. Gran	6,4 engl. Gr.		
b)	2,0 —	3,3 —	0,6 engl. Gr.	
c)	13,4 —	10,6 —	17,5 —	12,2 engl. Gr.
d)	12,0 —	5,5 —	7,0 —	11,2 —
e)	13,3 —	9,0 —		

Dergleichen ſonderbare Anomalien in der Quantität des verdunſteten Waſſers kamen vor bei allen Temperaturen und in allen Jahreszeiten ohne wahrnehmbaren Unterſchied. So z. B. waren die zuerſt angeführten Beiſpiele aus einer Reihe von Winterbeobachtungen im December entlehnt, die andern gehören dem July, Auguſt und September an.

Auch ſind dieſe Abweichungen vom barometriſchen Zuſtande der Atmoſphäre unabhängig. Zwar läſst Dalton die Barometer-Beobachtung bei der Ausübung ſeiner Methode ganz wegfallen; jedoch vielleicht mit Unrecht, wie Hr. Soldner gezeigt hat; denn da das Sieden bei ganz andern Temperaturen eintritt, je nachdem der Druck ſtärker oder geringer iſt, ſo muſs derſelbe Umſtand auch Einfluſs haben auf die verdunſtende Waſſermenge auch bei niedrigeren Temperaturen; und es liegt ſelbſt in Dalton's Hygrologie nichts, was die Möglichkeit dieſes Einfluſſes widerlegte. Da die Maſſe der Sauerſtoffgas- und Stickgas-Atmoſphäre durch zu überwindende Trägheit ihrer Molekulen dem Expandiren des Dampfes ein Hinderniſs dar-

bietet, ſo muſs ſelbſt nach ihm der barometriſche Zuſtand nur als Indication des Manometriſchen einen Einfluſs behaupten, wenn die Verdünſtung im Freien geſchieht. Indeſſen iſt von der andern Seite leicht begreiflich, daſs es mir in den meiſten Fällen nie gelungen ſey, von einer Viertelſtunde zur andern irgend einen Unterſchied in der Barometerhöhe wahrzunehmen, geſchweige denn einen ſolchen, der den ſo bedeutenden Abweichungen der Verdünſtungs-Mengen entſpräche. Ein Waſſer- oder Oel-Barometer, vollends wenn es ſich in eine morlandiſche geneigte Röhre endigte, würde allerdings, ſelbſt in ſo kleinen Zeiträumen, immer fort ſehr wahrnehmbare Aenderungen des Drucks anzeigen, und es wäre allerdings von groſsem Intereſſe, dieſe mit den Ausdünſtungs-Mengen im Freien unter günſtigen Umſtänden, das heiſst, bei völliger Abweſenheit aller Luftſtrömung, zu vergleichen.

Eben ſo wenig hängt die Verſchiedenheit in den Ausdünſtungs-Mengen für uns von dem wahrnehmbaren elektriſchen Zuſtande der Atmoſphäre ab. Ich habe ſehr oft, während dieſe Anomalien am bedeutendſten waren, durch die beſten Mittel, die uns zur Zeit zu Gebote ſtehn, (was zwar leider nicht viel ſagt,) den elektriſchen Zuſtand der Atmoſphäre unterſucht, und weder in der Menge noch in der Intenſität derſelben irgend einen correſpondirenden Unterſchied wahrgenommen. Auch habe ich bei künſtlichem Elektriſiren einer unter ganz gleichen thermometriſchen, hygrometriſchen

und barometrischen Umständen der freien Luft ausgesetzten Verdampfungs-Schale nie einen Einfluß der Elektricität auf Verdampfung wahrgenommen. Die mitgetheilte Intensität war so groß, daß man durch die Berührung der isolirten Schale ziemlich starke Funken erhielt.

Dessen ungeachtet zeigten die Verdünstungs-Mengen in sechs auf einander folgenden Viertelstunden, wo Elektrisirung und Nicht-Elektrisirung abwechselten, keinen darauf Bezug habenden Unterschied der Ausdünstungs-Mengen. Diese waren z. B. in abwechselnder Reihe:

	elektrisirt	nicht elektrisirt
1)	10,0	13,0
2)	10,5	7,8
3)	7,4	6,6

Ein andres Mal war bei 67 bis 68° Temperatur des Wassers die Ausdünstung:

a. elektrisirt	*b.* nicht elektrisirt
14,6	12,4
14,6	13,4

Auch ist es mir nie gelungen, bei dem langsamen Verdunstungs-Prozeß durch Aussetzung einer isolirten Schale an der freien Luft, selbst mittelst des besten Condensators, eine wahrnehmbare Veränderung des Elektrisations-Zustandes zu erkennen.

Sowohl aus diesem Schluß durch Ausschließung, als aus den gleich zu erwähnenden directen Thatsachen erhellt, daß diese Unterschiede in der Verdunstungs-Menge lediglich von der Veränderlichkeit des Luftzuges herrühren, der an dem offnen Fenster, wo

Dalton die Beobachtung angestellt wissen will, in seiner Intensität und auch in seiner Richtung von Innen nach Aussen oder von Aussen nach Innen sich in vielen Fällen so bedeutend ändert.

Zwar hat Dalton diesen Einfluss des Luftzuges auf die Ausdünstungs-Mengen berücksichtigt; er giebt in seiner Tabelle zur praktischen Hygrometrie diese Mengen für jeden Grad der Temperatur des Wassers dreifach verschieden an, je nachdem die Intensität des gegebenen Luftzuges eine *kleinste*, eine *mittlere* oder eine *grösste* Verdünstung bedingt *). Die Anwendung dieser Tafel und die Aufsuchung der correspondirenden wirklichen Expansibilitäten des atmosphärischen Dampfes in derselben setzt aber nothwendig voraus, dass die Intensität des jedesmaligen Luftzuges bestimmt werden könne. Dieses hätte schon an und für sich seine grossen Schwierigkeiten: *ändert sich* aber vollends diese Wirkung so bedeutend, wie wir es oft sahen, von einer Viertelstunde zur andern, so wird sie sich nothwendig auch *eben so* während des Verlaufes der zur Beobachtung verwendeten Viertelstunde geändert haben. Man müsste also, um die Tabelle brauchen zu können, eine mittlere aus diesen verschiedenen Einwirkungen nehmen, welches ganz unmöglich ist, da es kein Mittel giebt, weder die beiden Extreme, noch die Anzahl der Wechsel zu bestimmen. Und auf eine hy-

*) S. Versuche über die Verdünstung von Dalton, *Annal.* B. 15. S. 121 u. 133. G.

gromanische Methode, deren Ausübung eine solche anemometrische voraussetzte, passte das *Obscurum per obscurius* nur allzu wohl.

Auch giebt die Tabelle das Maximum des vom Unterschied des Luftzuges herrührenden Unterschiedes der Ausdünstungsmenge viel geringer an, als unsere Versuche ihn geben.

Nach der Tabelle ist dieser für

32°	=	1,74
40	=	1,75
50	=	1,75
60	=	1,75
70	=	1,83
80	=	1,87

Das heisst, bei 40° z. B. ist der Quotient der durch den stärksten Luftzug bedingten Ausdünstungsmenge (= 1,65) dividirt durch 60, die Differenz von 1,65 zu 1,05 als die kleinste Ausdünstungsmenge = 1,75. Nun aber finden wir bei 43° Temperatur in zwey auf einander folgenden Beobachtungen die Ausdünstungsmenge einmal 3,3; das andere Mal 0,6; Unterschied 2,7; Quotient, 4,5; eine ungeheure Abweichung. Ich gebe zu, dass diese Winterbeobachtung den grössten Sprung der Art gab, den ich je wahrgenommen, und auch, dass gegen das Ende der zweiten Beobachtung, welche eine so geringe Ausdünstung gab, ein feiner Regen in Gestalt eines starken Nebels anfing sich niederzuschlagen. Aber in vielen andern Beobachtungen, wo nichts dergleichen Statt fand, ergaben sich ebenfalls solche bedeutende Unterschiede, die das von der Tafel angenommene Maximum weit übersteigen.

So z. B. bei 63 (Wasser und Atmf. im Schatten) in *einer* Viertelstunde, Verlust durch Ausdünstung 1,5

Gran, in der nächstfolgenden 4,8. — Unterschied 3,3. — Quotient 2,1. — Nach der Tabelle sollte er selbst bei den beiden Extremen des Luftzuges seyn 1,75.

Wir dürfen also bei der Ausübung dieser Methode noch nicht hoffen, dass die durch den Versuch gefundenen Condensations-Punkte mit denen nach der Dalton'schen Tafel aus den Ausdünstungs-Menge berechneten stets stimmen werden, theils weil die wandelbare Einwirkung des Luftzuges eine solche Zufälligkeit hervorbringt, dass nur die mittlere aus sehr vielen Beobachtungen eine passende Näherung geben kann zur Bestimmung der Spalte, wo wir den gegebenen Fall in der Tabelle aufzusuchen haben; theils auch, weil bei Berechnung derselben Dalton die beiden Extreme der Einwirkung des Luftzuges zu gering angenommen hat.

Im Allgemeinen giebt seine Tabelle den Condensations-Punkt des Dampfs meistentheils zu hoch gegen dasjenige, was ich durch unmittelbare Beobachtung gefunden habe, und zwar im Durchschnitt um 3 bis 4 Fahrenheitsche Thermometer-Grade grösser; viel seltener giebt sie die Berechnung niedriger als die Beobachtung. Aber selbst diese Approximation selbst, noch mehr aber die vielen Fälle, wo der nach der Tabelle für die gegebene Ausdünstungs-Menge berechnete Condensations-Punkt mit dem durch den Versuch gefundenen genau übereinstimmt, lassen uns den innern Werth der Methode nicht verkennen, und machen es uns

zur Pflicht, alles aufzubieten, um den so schädlichen Einfluss des wandelbaren Luftzuges (wahrscheinlich das einzige, was ihr noch unvermuthet in den Weg tritt und uns vom Ziele entfernt hält) zu beseitigen.

Selbst habe ich gefunden, dass die Beobachtungen viel besser unter sich stimmen, wenn sie in ganz freier Luft und nicht im offenen Fenster angestellt werden, wo das stete Hin- und Herströmen der Luft schon im Allgemeinen einen unnatürlichen Zustand bedingt, selbst abgesehen vom schädlichen Einfluss auf jede Beobachtung insbesondre. Nur aber tritt die praktische Schwierigkeit ein, dass es *meistens* unmöglich ist, in freier Luft genau zu wägen; soll man nun jedesmal die Ausdünstungs-Schale aus der freien Luft wieder in das Zimmer tragen, so vergeht viel Zeit, die Schale kommt in ganz verschiedene Temperaturen, das Tragen verursacht Schwankungen; und während allem diesem geht die Verdunstung einen gestörten Gang, so dass wir durch die nachherige Abwägung nicht den wahren Verlust während der bestimmten Zeit im Freien mit gehöriger Genauigkeit bestimmen können. Eine Ausdünstungs-Schale, die man mit dem enthaltenen Wasser genau abgewogen, erst am Orte der Beobachtung öffnen, und sogleich nach abgelaufener Zeit der Beobachtung wieder dampfdicht verschliessen könnte, würde diesem Mangel abhelfen, und von grossem Nutzen seyn. Auch würde eine Traklesche Senkwage das Abwägen in ganz freier

selbst unruhiger Luft gewissermaßen erleichtern, wenn man sich vorläufig mit einer Hülfstabelle für die Veränderungen der Temperatur des Wassers zu größerer Bequemlichkeit versehen hätte.

Besser wie alles dieses wäre es aber, wenn man der in Hinsicht auf die Verdunstung zu prüfenden Luft bei jeder Beobachtung einen gleichen Grad der Bewegung, einen gleichen bestimmbaren Zug mittheilte. Wenn z. B. die Schale in einen unten offenen Cylinder angebracht wäre, dessen oberes Ende sich in einen Behälter endigte, worin ein Mongolfierischer Centrifugal-Ventilator durch ein Räderwerk bewegt, eine bestimmte Anzahl von Umdrehungen in der Minute machte. Diesen Mittel einen bestimmten Zug zu erregen, scheint dem einfacher scheinenden eines Balgs hier vorzuziehen, weil bei der vorgeschlagenen Verrichtung die aspirirte Luft, welche die Schale erreicht, noch mit keinem andern Körper in Berührung gekommen ist, von dem man befürchten könnte, dass er einen Theil ihres Dampfes durch hygroskopische Wirkung entzogen, und so eine andere Expansibilität des übrig bleibenden bedingt hätte, als in der freien Atmosphäre Statt findet.

Aber selbst eine solche Vorrichtung würde doch kaum hinlänglich seyn, die Ausdünstungs-Mengen mit Sicherheit zu bestimmen in den für Theorie und Praxis so wichtigen Fällen, wo die Temperatur des Wassers die der umgebenden Luft bedeutend übersteigt. Dieser Fall kommt zwar in der gemäs-

lichen praktischen Anwendung dieser hygrometrischen Methode nicht vor, wo man das Wasser immer von gleicher Temperatur mit der umgebenden Luft wählen soll. Um so mehr aber tritt er ein, wenn zur ursprünglichen Construction der Tafel, oder zur nachherigen factischen Verification derselben, die verdunstete Menge des Wassers von 212, 180, 164 Graden durch Beobachtung bestimmt werden soll.

Was ich unter solchen Umständen sich ereignen sah, ist so auffallend, dass ich nicht mehr gut begreifen kann, wie Dalton zur genauen Bestimmung dieser Quantitäten gelangen konnte, so dass ich vielmehr bedeutende Zweifel gegen ihre Richtigkeit hege. Ich liess nämlich ein Zimmer heitzen: Temperatur 78,°5; füllte die Schale mit Wasser von 84 Grad und brachte sie mit einem Thermometer versehen, an der Wage in Gleichgewicht; durch mehrere unterzulegende durchheizte Metallplatten, die ich zur Hand hatte, erhielt ich während des ganzen Verlaufs der Beobachtung das Wasser in derselben Temperatur. In drei auf einander folgenden Versuchen, deren jeder eine Viertelstunde dauerte, war die verdunstete Menge

1ste Viertelstunde	9,8 Gran.
2te	10,6
3te	10,5

Nun brachte ich den ganzen Apparat in das kältere Nebenzimmer. Temperatur 64°,3 bis 64°,6 also Differenz mit dem warmen 14°,0.

Das Waſſer wurde wieder, wie vorhin, auf 84° erhalten, und es fand ſich die

1ſte verdunſtete Menge . . . 17,2
2te — — — — 17,9
3te — — — — 16,3

Daſs in der um 14° kälteren Luft die Verdampfungsmenge beinahe das Doppelte ſeyn könne (17,2 : 9,8) von der in der wärmern, war mir unerwartet, um ſo mehr da das Sauſſure'ſche Hygrometer im kältern Zimmer auf 77, im wärmern auf 75 kam, und läſst ſich lediglich durch die Luftſtrömung erklären, welche durch die höhere Temperatur des Waſſers verurſacht, in der kältern Luft ſtärker ſeyn muſste als in der wärmern.

Leslie behauptet, daſs, wenn man, die Wärme, die ein Körper in kälterer Luft verliert, = 1000 annimmt, 0,417 dieſes totalen Verluſts durch die eingeleitete Strömung der Luft bewirkt ſey, und er nennt dieſen Theil des Verluſts *Reception*, um ihn von dem durch *Abduction* (Fortleitung), und dem durch Strahlung der Wärme zu unterſcheiden. Daſs aber dieſer Verluſt wegen der Strömung durchaus kein conſtanter aliquoter Theil ſeyn könne, und ſich mit der Temperatur anders ergeben müſſe, ſcheint mir klar zu ſeyn. In jedem Fall iſt die Anwendung davon auf die Ausdünſtungsmenge leicht, und hinreichend um den eben erwähnten Verſuch zu erklären. Denn ſind alle übrigen Umſtände gleich, und man ändert nur durch mechaniſche Mittel die Strömung

der Luft, so geben sich sogleich ungemein grosse Unterschiede der verdunsteten Mengen. Z. B. in einem Zimmer von 76,6° vom Wasser von 85° in einer Viertelstunde 10°,5; und in der gleich darauf folgenden, wo dieselben Temperaturen beybehalten wurden durch untergelegte Metallplatten, bewirkte das Anhauchen eines Balges einen Verlust von 28°,3. Es ergeht hieraus zur Genüge die grosse Unsicherheit der Dalton'schen Methode, bis man ein Mittel gefunden haben wird den Luftzug in jedem einzelnen Falle zu reguliren oder zu messen. Dass aber die bis jetzt üblichen hygrometrischen Methoden noch viel schlechter und unzuverlässiger sind, folgt daraus, dass ein Saussure'sches Hygrometer von dieser Einwirkung des Luftzuges auf das Ausdunsten des Haars nicht die mindeste Anzeige giebt. Der Vorzug also dieses Instrumentes, dass es frey sey von den Anomalien, welche die Dalton'sche Methode betreffen, ist blos scheinbar, und Folge der allgemeinen Unempfindlichkeit für feinere Unterschiede in den Mengen, die es angeben sollte.

Dalton hat auf die Temperatur der umgebenden Luft nicht Rücksicht genommen, als er die Verdunstungsmengen für Wasser von 212°, 180°, 164°, bestimmte, aus denen nachher die ganze Tafel der Verdunstungsmengen durch Interpolation abgeleitet wurde. Er schätzte blos die etwanige Stärke des jedesmal statt findenden Luftzuges nach äusseren allgemeinen Bedingungen; ob nämlich bey verschlos-

fenen Thüren und Fenſtern, oder unter einer Feuerſtätte, oder bei offenem Fenſter und heftigem Winde beobachtet wurde. Es läſst ſich aber erwarten, daſs ſeine gefundenen Quantitäten blos auf die damalige Temperatur dieſer ſo oder ſo mechaniſch ſtrömenden Luft paſſen, und daſs ſie anders ausgefallen wären, wenn zu den äuſsern Urſachen der Strömung noch ein anderer Werth der ſehr bedeutenden thermo-aeroſtatiſchen Strömungen hinzugekommen wären, durch gröſsere oder geringere Abſtände zwiſchen Wärme des Waſſers und Temperatur der umgebenden Luft. Hätte uns nur Dalton wenigſtens mit derjenigen Temperatur der Luft, bei welcher er die Beobachtung anſtellte, bekannt gemacht, ſo könnte man doch dieſen Grad als normal für ſeine Tabelle gelten laſſen, aber ſelbſt dieſes erfahren wir nicht. Ich nehme mir vor, bei Gelegenheit der Winterkälte einige Beobachtungen obiger Art bei noch gröſseren Temperatur-Unterſchieden der umgebenden Luft anzuſtellen, um auszumitteln, wo das Maximum für den erwähnten Effekt Statt finden wird, ſo daſs die verdunſtete Menge des Waſſers von höherer Temperatur als die umgebende ruhige Luft, in der wärmeren Luft ſich gröſser ergeben wird, als in der kälteren. Sollte ſich aber das Gegentheil davon bei allen Temperatur-Unterſchieden eben ſo zeigen, wie bei denjenigen, wo ich beobachtete, ſo könnte daraus allerdings ein bedeutender Einwurf gegen die Auflöſungs-Theorie erwachſen.

Diese Gesetze der Ausdünstung für den Fall, wo der gegebene Körper in einer constanten Temperatur gehalten wird, die höher ist als die der umgebenden Luft, haben übrigens ein ganz specielles Interesse für die Physiologie der warmblütigen Thiere. So ist z. B. nach Fourcroy's Theorie, welche auf die Behandlung mehrerer Krankheiten, und namentlich des Scharlachs, von bedeutendem Einfluss war, die Wirkung der warmen Bedeckungen, und des Aufenthaltes in warmen Betten eine Hemmung, oder doch eine Verminderung der Hautausdünstung, während durch freie, selbst kalte Luft die Transpiration befördert wird. Fourcroy stützt sich hierbei auf die Auflösungs-Theorie, als wenn diese selbst erwiesen wäre, und als wenn sie bewiesen hätte, dass Verdampfung nie anders als durch Vermischung der Luft Statt finden könne. Aber das wahrhaft Auffallende hierbei, und fast Unglaubliche ist, dass Fourcroy nichts destoweniger auf die quantitativen Resultate der Lavoisier- und Seguin'schen Beobachtungen baut, als auf das genaueste, an das wir über diesen Gegenstand uns zu halten haben, und doch wurde das zu diesen Versuchen bestimmte Individuum in einen vollkommen luft- und dampfdichten Sack von Wachstaffet gehüllt mit Ausschluss blos der Respirationswerkzeuge. Es zeigt sich aber in unsern Versuchen, dass, abgesehen von der Auflösungs-

Theorie, welche eigentlich gerade gegen Fourcroy's Annahme die Ausdünſtung in kälterer Luft geringer als in wärmerer geben müſste, der Umſtand, daſs an der minder bedeckten und mit ſchlechten Wärmeleitern umgebenen Fläche des Körpers eines warmblütigen Thieres eine Luft-Strömung eingeleitet wird, welche gröſser in der kältern als in der wärmern Luft iſt, in der That eine ſtärkere Ausdünſtung im erſten Fall als im zweiten verurſacht werden muſs.

IV.

Die Stoßgeſetze harter Körper, aus der mechaniſchen Hauptgleichung erwieſen

vom

Commiſſionsrath von Busse,

Prof. der Mathem. und Phyſik in Freyberg.

Einige der letztern Monate habe ich, ſo viel es meine Amtsgeſchäfte erlaubten, auf Widerlegung der *Kantiſchen metaphyſiſchen Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft* verwandt, und während dieſer Arbeit mich ſehr wohl befunden. Bei einem ſo achtungswürdigen und ſo conſequenten Schriftſteller, als Kant es war, pflegt das Niederreiſsen ſeines Irrthums am beſten zu lohnen; auch blieb es mir durchaus einleuchtend, daſs meine Widerlegung unwiderleglich ſey; und für nützlich durfte ich doch wahrlich auch es halten, daſs die einzige namenswerthe Autorität, welche das ſeltſame Zwillingspaar der *zurückſtoſsenden und anziehenden urſprünglichen* Kräfte der Materien für ſich hat, — das Vorurtheil, der Glaube, durch den unſterblichen Kant die Allgemeinheit dieſer Kräfte aus Begriffen a priori erwieſen zu ſehen — durchaus als irrig dargeſtellt, und ſomit das leichte Manichäer-Spiel des phyſikaliſchen urſprünglichen Dualismus an ſeinen gehörigen Ort als ein abenteuerlicher Wortkram verwieſen ſey!

Nach beendigter Arbeit aber hatte ich eine Erfahrung zu machen, wie sie wohl so manchem wissenschaftlichen Schriftsteller in Deutschland drückend fallen mag. Eine sehr solide Buchhandlung erwiederte mir: „wenn man ja noch für die nächste Messe einen Verlag wagen wolle, so müsse man zu solchen Schriften greifen, für welche ein gröfseres Publikum, als das mathematische und philosophische, zu hoffen sey!“ Indem hierdurch der Abdruck meiner Schrift bis Michaelis verzögert wird: so will ich gerade den einzigen Theil derselben, bei welchem ich einige Gegenerinnerungen für möglich halte, hier den Sachverständigen vorlegen, und mir ihr baldiges Urtheil darüber erbitten; obgleich gerade dieser Theil kein wesentliches Stück in meiner Widerlegung des Kant'schen Systems ausmacht.

Unendlich grofse Kräfte sind möglich, ohne dafs wir als solche sie wahrnehmen können.

Dafs für Geschwindigkeitsänderungen, wenn sie von endlicher Gröfse in einem Augenblicke vor sich gehend seyn sollten, unendlich grofse Kräfte erfordert würden, ist ein Satz, der durch die Zweideutigkeit seiner Ausdrücke auch andere Philosophen und Mathematiker zu eben dergleichen Fehlschlüssen veranlafst hat, als wir bei dem Verfasser vorfinden. Man bedenke, dafs nur einige von diesen Veränderungen gerade Geschwindigkeits-*Vermehrungen* ausmachen, andre dagegen nur *Verminderungen* sind; man bedenke ferner, dafs jede

Geſchwindigkeit nach Richtung und Intenſion veränderlich iſt, und es plötzliche Richtungsänderungen nothwendig geben muſs, mit welchen eine eben ſo plötzliche Intenſionsveränderung weſentlich verbunden iſt, wie wir beides oben erwieſen haben; man bedenke endlich, daſs wir von den Kräften nichts als ihre Wirkungen kennen, dieſe aber theils ſtatiſch, theils mechaniſch ſind, und wir, um aus dieſen mit Zuverläſſigkeit auf jene zu ſchlieſsen, an die Schwerkraft unſrer Erde uns halten müſſen: ſo hat man die gehörigen Geſichtspuncte gefaſst, um den Satz auf ſeine Wahrheit einzuſchränken, und die gewöhnlichen ſchwankenden und unrichtigen Folgerungen aus ihm zu vermeiden.

Endliche Kräfte, ſagt man, und ſo ſchlieſst auch Kant, können Bewegung durch endliche Räume nur in einem endlichen Zeitverlaufe verurſachen, folglich auch dergleichen Bewegungen nur in einer endlichen Zeit vernullen; daher man eine unendlich groſse Kraft haben müſste, um Bewegung durch eine endliche Raumlänge in einem Augenblicke aufzuheben. Die Prämiſſe wird von ihm allerdings auf die Schwerkraft unſrer Erde begründet, und von dieſer Kraft (mit Recht) vorausgeſetzt, daſs ſie abſolut und ſtetig wirkend (entweder wirklich) ſey (oder doch dafür gelten könne). Nachdem ich oben ſchon ſo häufig zwiſchen *Bewegtheit* und Bewegung, *Geſchwindigkeit* und Geſchwindigkeitsmaaſs unterſchieden, auch an den ſtrengen Begriff des *Augenblickes*, als eines Zeit*punctes*, er-

innert habe; ſo kann ich hier ſehr kurz behaupten: Bewegung iſt es nicht, was man als die einfachſte und die reinſte Wirkung der Schwerkraft zu betrachten hat. Denn eben deshalb, weil dieſe Kraft in jedem *Augenblicke* wirkſam ſeyn ſoll, ſo muſs auch das, was ſie darin bewirkt, nur ein Zuſtand des Augenblicks ſeyn. Erſt nach einem endlichen Zeitverlaufe kann durch ihre Wirkungen eine endliche Geſchwindigkeit des ihr überlaſſenen Körpers entſtehen, welche ebenfalls an und für ſich noch keine Bewegung, ſondern nur Bewegtheit, ebenfalls nur ein Zuſtand des Augenblickes iſt, der erſt durch ſeine Fortſetzung während irgend einer endlichen Zeiteinheit den Körper eine endliche Raumlänge durchlaufend macht, und ſo *Bewegung, erſt zur Folge* hat.

Da man fernerhin auch zugeben muſs, daſs in jedem *unendlich kleinen* Zeitverlaufe auch eine völlig abſolut und ſtetig wirkende Schwerkraft nur *unendlich kleine* Geſchwindigkeiten, alſo auch nur unendlich kleine Geſchwindigkeits-*Aenderungen* bewirken kann, ſo kann dasjenige, was in dem Anfange dieſer unendlich kleinen Zeit, einem Augenblicke und Zeitpuncte im ſtrengſten Verſtande, bewirkbar iſt, auch eine nur unendlich kleine Geſchwindigkeit wiederum noch nicht, ſondern nur ein Etwas ſeyn, was man entweder ein *Beſtreben nach Geſchwindigkeit*, oder noch beſſer, einen *Trieb* nennen mag. Will man wiſſen, was das eigentlich ſey, ſo iſt ſo viel gewiſs, daſs es ſelbſt

ſchon eine *Geſchwindigkeit*, auch eine nur *unendlich kleine* noch nicht ſeyn könne; denn auch eine nur unendlich kleine Geſchwindigkeit iſt ja immer ſchon eine Folge aus jenem Triebe *und* ſeiner Fortſetzung durch eine unendlich kleine Zeitdauer, *nebſt* der in ihr wirkſamen Trägheit, daher man durch eine gedachte Fortſetzung dieſes Zuſtandes (dieſer Geſchwindigkeit) während einer endlichen Zeit, durch die darin erfolgende gleichförmige Bewegung, immer nur die *Folge jener Wirkung* des Schwerkrafttriebes aufgefaſst erhält, welche ſelbſt ſchon eine *Folge* aus jenem Triebe und einem unendlich kleinen Zeitverlaufe mit der darin auffammelnden Trägheit war.

Schlechterdings alſo nur dadurch, daſs wir alle jene auch unendlich kleine Geſchwindigkeitserzeugungen in dem Körper, auf welchen die Schwerkraft wirkt, verhindern, können wir dahin kommen, jenes Beſtreben nach Geſchwindigkeit rein zu erhalten. Was wir aber dann beobachten können, iſt lediglich ein *Druck* des Körpers gegen den Widerhalt, der ihn ſeiner Schwere gemäſs ſich zu bewegen völlig verhindert. Nicht nur kommt dem Drucke ebenfalls ein Trieb zu, daher man ſchon deshalb behaupten darf, daſs Druck und Trieb einerlei ſeyn könne: ſondern da auch dieſer Druck eben der Umſtände wegen, unter welchen er entſteht, von dem Zeitverlaufe unabhängig immerfort bleiben und ſeyn muſs, was er iſt: ſo muſs er auch deshalb ſchon ein Zuſtand des Augenblickes, in je-

dem Augenblicke völlig gegenwärtig seyn, und so muſs wenigſtens das, was die Schwerkraft, auch indem ſie als mechaniſche Kraft wirkſam iſt, während eines Zeitverlaufes in jedem Augenblicke deſſelben bewirkt, *nicht anders* als *durch einen Druck* können angegeben werden.

Da man nun eine Kraft am beſten und unmittelbarſten nach denjenigen reinſten und einfachſten Wirkungen derſelben meſſen und beurtheilen kann, welche, ohne alle Aufſammlung ihrer Wirkungen während eines Zeitverlaufes, ſchon in jedem Augenblicke ihrer Wirkung ſich darſtellen: ſo ſollte die Schwerkraft eine *endliche* Kraft *eben deshalb* genannt werden, *weil* ſie, vermittelſt eines Körpers von endlicher Gröſse, nur einen *endlichen Druck* bewirkt.

Da ſich aber allerdings erweiſen läſst, daſs eine andre Kraft K, welche auf eine Maſſe M wirkend, ihr einen Trieb beibringt, der gegen den Widerhalt, durch welchen dieſer Trieb in Bewegung überzugehen verhindert wird, einen Druck P ausübt, daſs ſolche andere Kraft, ſage ich, wenn ſie ebenfalls abſolut und ſtetig wie die Schwerkraft wirkt, in der Maſſe M die Geſchwindigkeitsänderung $dv = 2g\frac{P}{M\gamma}.\frac{dt}{1}$ bewirken muſs, indem $2g\frac{dt}{1}$ die Intenſion der unendlich kleinen Geſchwindigkeitsänderung bedeutet, welche eben dieſer Maſſe, wenn ſie ihrer Schwere gemäſs völlig frei fallen könnte, während einer unendlich kleinen Zeit dt

an demjenigen Orte der Erde erhalten würde, wo ihr Gewicht $= My$ seyn würde: so hat allerdings auch der Satz seine Richtigkeit, dass jede Kraft K, die nur einen endlichen Druck P ausübt, auch in einer unendlich kleinen Zeit nur eine unendlich kleine Geschwindigkeits-Aenderung zu bewirken vermag *).

Wenn daher ein undurchdringlicher auch völlig *harter* Körper A, mit einer gewissen Geschwindigkeit C auf einen andern ruhenden harten Körper B trifft, und nun nach gewöhnlicher und richtiger Theorie in dem Augenblick des Stoßes die Geschwindigkeit C in die geringere $c = \frac{A}{A+B} \cdot C$ verändert wird: so kann diese endliche Geschwindigkeitsänderung $C - c$ anders nicht, als durch einen *unendlich grossen* Gegendruck des Körpers B gegen A erfolgen?! Da die beiden Körper vollkommen hart sind, so müssen sie ja eben deshalb fähig seyn, einen unendlichen Druck zu empfangen,

*) Der Kürze wegen musste ich hier vermittelst einzeler Differentialien mich ausdrücken. In meinen vollständigen Erweisen der Dynamik pflege ich nie aus einzelen Differentialien, sondern allemal aus Differentialverhältnissen zu schliessen, bis zu den Integrirungen hin; bei welchen aber wiederum aus der Gröfse oder Nichtgröfse der Differentialien gar nichts, sondern alles aus der blossen *Form* ihrer Function gefolgert wird. Uebrigens ist es wohl bekannt genug, dass durch 2g in Deutschland bedeutet wird, was man unter g in Frankreich versteht, oder doch beide Ausdrücke eine gleich lange Raumlänge bedeuten. Durch 2g aber bezeichne ich diejenige *Geschwindigkeit*, deren conventionelles *proportionales Maass* die *Raumlänge* 2g ist. *v. B.*

und einen unendlichen Gegendruck zu leiſten. Auch würde gerade dann, wenn ſie vollkommen hart wären, dieſer Druck und Gegendruck vor ſich gehen, ohne irgend durch etwas anders, als durch eine plötzliche Geſchwindigkeitsänderung und durch einigen Schall bemerkbar zu werden. Der letztere dürfte gerade bei völlig harten Körpern nicht ſehr ſtark ausfallen können; weil ja ſie ſelbſt als völlig harte Körper irgend einer elaſtiſchen Zitterung nicht fähig ſind. Er kann nur in derjenigen Luft ſich erzeugen, welche während ihres Zuſammenſtoſsens etwa zwiſchen ihnen aufgefangen und zuſammengedrückt werden könnte. Durch den Sinn des Gefühls in engerm Verſtande, empfindbar als unendlich groſser Druck, würde dieſer Druck es nur werden können, wenn die beiden *völlig harten* Körper *ſelbſt* auch *Gefühl* hätten! Wollten wir auf unſern eignen Körper einen andern vollkommen harten ſtoſsen laſſen, falls wir dergleichen von begreiflicher Gröſse vorzufinden wüſsten: ſo iſt doch unſer eigener Körper nicht vollkommen hart; und am wenigſten ſind es diejenigen Theile deſſelben, denen wir unſer Gefühl zu verdanken haben. Kurz, es würden täglich unzählig viele unendlich groſse Drückungen und Gegendrückungen zwiſchen völlig harten Körpern um uns her vor ſich gehen können, ohne daſs wir *irgend eine unendlich groſse Wirkung davon zu bemerken* im Stande wären. Nicht einmal das *Plötzliche* in den Geſchwindigkeitsänderungen würden wir als ſolches

etwa durch unſer Geſicht zu beobachten im Stande ſeyn, weil ja unſere Sehorgane nicht vollkommen hart ſind.

Mag es immerhin mir ſehr wahrſcheinlich ſeyn, daſs ſelbſt die dichteſten uns bekannten Körper, Platin und Gold, von demjenigen Raume, welchen ſie einzunehmen uns ſcheinen, nur einen äuſserſt kleinen Theil mit ihrer Materie wirklich ausfüllen, und daher nach den gewöhnlichen (und mir ſehr wahrſcheinlichen) Vorſtellungen von der Undurchdringlichkeit der Materie, nur dieſe wenigen Theile ihres ſcheinbaren Volumens undurchdringlich, dieſe aber dann auch *abſolut undurchdringlich* ſind: ſo iſt es gleichwohl für den mathematiſchen Naturforſcher beachtungswerth, daſs die Möglichkeit vollkommen harter Körper ſchlechterdings nichts wider ſich hat; *nicht* das *Geſetz* der *Stetigkeit*, indem ich oben erwieſen habe, daſs es ungereimt ſey, *dieſes als* ein *allgemeines Naturgeſetz* behaupten zu wollen; nicht die Beſorgniſs wegen unendlich groſser Wirkungen, indem wir ſo eben geſehen haben, daſs unendlich groſse Drückungen beim Stoſse harter Körper Statt finden können, ohne für die übrige Welt eine unendlich groſse Wirkung bemerkbar zu machen. Dieſes letztere würde nur Statt finden, wenn *ſolche* Kräfte, die gleich unſrer Schwerkraft *abſolut* und *ſtetig fortwirkend* wären, in jedem Augenblicke ſchon einen unendlich groſsen Druck zu bewirken vermöchten, alſo auch während eines Zeitverlaufes in jedem Augenblicke deſſelben

ſchon eine endliche Geſchwindigkeitsvermehrung in dem durch ſie bewegten Körper bewirken würden, welche dann während irgend eines Zeitverlaufes vermöge der Trägheit des Körpers aufgeſammelt, am Ende deſſelben ſchon eine unendlich groſse Geſchwindigkeit, und ſomit eine unendlich groſse Raumdurchlaufung in einer endlichen Zeit verurſachen würden, die man meinetwegen für unmöglich erklären mag. 19.

Hiemit werden wir nun hinreichend durchſehen, was an dem Satze wahr iſt, den wir am Anfange dieſes Abſchnitts aufgeſtellt haben; das hätte den Erfolg nicht haben ſollen, den es bei ſo vielen Mathematikern und Philoſophen gehabt hat; aus Scheu vor unendlich groſsen Kräften und Wirkungen auf ein Naturgeſetz der Stetigkeit zu verfallen!

Da nun ferner durch unſere Erörterungen es einleuchtend geworden iſt, daſs alle bisherigen und namentlich auch die von Kant aufgeſtellten Bedenklichkeiten gegen die *Möglichkeit* vollkommen harter Körper wegfallen: ſo wird es um ſo mehr gerathen ſeyn, bei der bisherigen Methode der mathematiſchen Naturforſcher zu bleiben, und die Geſetze des Stoſses zuvörderſt für vollkommen harte Körper zu beſtimmen, bei welchen ſie am reinſten und einfachſten vorkommen, und aus welchen dann die übrigen, für weiche und elaſtiſche Körper, dieſen Begriffen gemäſs abzuleiten ſind. Daher ſcheint es mir gar ſehr der Mühe werth es darzuthun, daſs ſich jene Geſetze in der That ſchon aus der allge-

meinen mechaniſchen Hauptgleichung ableiten laſſen, welches d'Alembert in ſeinem *Traité de dynamique* für unthunlich erklärt. Bei ſeinem wohlverdienten Ruhme, den er um die Verbeſſerung der Mechanik ſich erworben hat, mögen vielleicht gerade durch dieſes ſein Urtheil auch ſeine Nachfolger veranlaſst worden ſeyn, hierauf nicht gehörig zu denken, ſondern mit dem zerſtückelten Syſteme zufrieden zu bleiben, nach welchem man bei der übrigen Mechanik, ſich, um mich kurz auszudrücken, faſt nur mit *phoronomiſchen Surrogaten* behilft, bei den Stoſsgeſetzen aber einen neuen Grundſatz von gleichbleibender Bewegungsgröſse, oder Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung zu Hülfe zu nehmen eben deshalb nöthig fand, weil man diejenige Dynamik, auf welche eigentlich die mechaniſche Grundgleichung ſchon ſich gründet, nicht mit gehöriger Deutlichkeit beachtet und behandelt hatte. Auch die beiden berühmten, in ſo vieler Hinſicht bewundernswürdigen Syſteme eines La Grange und La Place haben jenes phoronomiſchen Surrogates ſich nicht entledigt, und bedürfen eben deshalb eines neuen Grundſatzes, um die Geſetze des Stoſses oder plötzlichen Zuges, oder überhaupt der plötzlichen Einwirkung zweier Körper oder Körperſyſteme auf einander zu erweiſen. Der neue herbeigeholte Grundſatz liegt als ſolcher klar vor Augen, wenn man ſagt, daſs die ſogenannten Bewegungsgröſsen, die Producte aus den Maſſen und Geſchwindigkeiten, vor und nach

dem Stoſse einander gleich bleiben müſſen. Er wird in dem Vortrage der Neuern nur etwas mehr verſteckt, wenn ſie zuvörderſt erweiſen, daſs Wirkung und Gegenwirkung einander gleich ſeyn müſſen, dann aber ebenfalls *annehmen*, daſs die *Gröſsen* der *Wirkungen* den *Maſſen* und *Geſchwindigkeiten proportional* ſind.

Es iſt doch etwas werth, wenn dergleichen Zerſtückelung des mechaniſchen Syſtems vermieden wird; wobei ich vorausſetze, daſs auch die Gleichgültigkeit der ſogenannten Trägheitsmomente, deren man für den Nenner der mechaniſchen Hauptgleichung häufig bedarf, ebenfalls ohne dergleichen neuen Grundſatz erwieſen werden, welches in der That ſowohl für feſte als *auch* für *flüſſige* Körper gar wohl geſchehen kann *).

Beweis der Stoſsgeſetze harter Körper.

Aus der mechaniſchen Hauptgleichung $dv = 2g \frac{P}{M\gamma} . dt$ muſs, wenn ihr P und $M\gamma$ unveränderlich gegeben ſind, auch die integrale $v = 2g \frac{P}{M\gamma} t + c$ ſich ergeben, wo c diejenige Geſchwindigkeit der Maſſe M bedeutet, welche ſie im *Anfange* der Zeit t, während welcher die Kraft K, deren ſtatiſches Maaſs $= P$ iſt, auf ſie wirkte, ſchon hatte, und vermöge der Trägheit fortzuſetzen

*) M. ſ. meine *Betrachtung der Winterſchmidt- und Höll'ſchen Waſſerſäulenmaſchine* etc. *Freyberg* 1804. §. 68.

v. B.

bereit war. Die Geſchwindigkeitsveränderung, welche durch die Kraft K während t bewirkt wird, iſt $v - c = 2g \frac{P}{M\gamma} \cdot \frac{t}{1}$, und da hierin t eine jede, folglich auch eine unendlich kleine Zeitdauer bedeuten kann, die Maſſe M aber und ihr Gewicht $M\gamma$ eine endliche Gröſse ſeyn ſoll: ſo kann aus dieſer Gleichung allerdings gefolgert werden, daſs ein unendlich Groſses P erfordert wird, wenn in einem Körper M von endlicher Gröſse eine endliche Geſchwindigkeitsänderung während einer unendlich kleinen Zeit t bewirkt werden ſoll.

Wenn daher die endliche Geſchwindigkeit *a* eines bewegten harten Körpers A, in eben dem *Augenblicke*, da er einen ihm im Wege liegenden andern harten Körper B mathematiſch berührt, eine endliche Geſchwindigkeitsänderung erleiden muſs: ſo muſs dieſe durch einen *unendlich groſsen Gegendruck* $-X$ verurſacht werden, der zugleich mit dem Drucke $+X$ zwiſchen den beiden Körpern A und B, wegen des *unendlich groſsen Widerſtandes* ihrer *vollkommnen Härte*, welche zugleich eine abſolute gegenſeitige Undurchdringlichkeit der beiden Körperformen ausmacht, gar wohl entſtehen kann.

Indem der Gegendruck $-X$ in der Geſchwindigkeit *a* des Körpers A die endliche Geſchwindigkeitsänderung $2g \frac{-X}{M\gamma} \cdot \frac{t}{1}$ in demjenigen Augenblicke, welchem die unendlich kleine Zeit t unendlich nahe kommend iſt, bewirkt, ſo daſs da-

durch ſeine Geſchwindigkeit a plötzlich bis auf die Geſchwindigkeit $= a - 2g \frac{X}{M\gamma} \cdot \frac{t}{1}$ vermindert wird: ſo muſs dagegen durch den Druck X in den Körper B, welcher ruhend war, alſo als conſtanter Integraltheil ein $c = o$ hatte, die Geſchwindigkeit $= 2g \frac{X}{B\gamma} \frac{t}{1}$ eben ſo plötzlich bewirkt werden.

Wegen der vollkommnen Härte der beiden Körper muſs der Druck X gerade ſo groſs ſeyn, daſs in dieſem Augenblicke des Stoſses, die Geſchwindigkeit beider Körper einander gleich werden, alſo $2g \frac{X}{M\gamma} = a - 2g \frac{X}{A\gamma} \frac{t}{1}$ ſey, welches $2g \frac{Xt}{1} = \frac{A\gamma . B\gamma}{A\gamma + B\gamma} . a$ fordert, und ſomit die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoſse $= \frac{A\gamma}{A\gamma + B\gamma} . a$ beſtimmt.

Wenn zwei ſehr harte, aber noch nicht völlig harte Körper auf einander ſtoſsen: ſo wird die Zeit t, in welcher ihre Geſchwindigkeitsänderung bewirkt wird, allerdings ſehr klein ſeyn. Da aber während dieſer Zeit doch Druck und Gegendruck bei dieſem Stoſse noch veränderlich, in ſeiner Gröſse wachſend iſt: ſo kann man freilich aus der differentialen Gleichung auf die integrale nicht anders ſchlieſsen, als daſs man für das $\int P\,dt$ der letztern den Druck P als eine Function von P zu beſtimmen weiſs. Wenn aber die ſtoſsenden Körper den abſolut harten unendlich nahe kommend angenommen werden, und dann t unendlich klein wer-

dend ist: so kann auch das integrale $\int P dt$ vom $= Pt$ nur unendlich wenig verschieden seyn. Von diesen so eben immer härter und härter gedachten Körpern machen die völlig harten die letzten aus, bey welchen dann auch t zum Augenblicke wird, und $\int P . \frac{dt}{1} = P . \frac{t}{1}$ auf das vollkommenste seyn muss.

Den einen Körper B habe ich hier ruhend angenommen, weil Kant auf dieses Beispiel sich einschränkt. Es hat aber keine Schwierigkeit, den Beweis so allgemein zu führen, dass auch alle die übrigen Fälle mit umfasst werden, in welchen auch der andere Körper B stossschicklich mit A schon bewegt ist. Seine Geschwindigkeit vor dem Stosse sey $= b$, sie mag nun der a gleichgerichtet, und dabei dann kleiner als a, oder ihr entgegen gerichtet, und dann von beliebiger Grösse seyn: so wird man die im Augenblicke des Stosses sich ergebende Geschwindigkeit des A, wie vorhin, $= a - 2g \frac{X}{A\gamma} . \frac{t}{1}$ erhalten, die Geschwindigkeit des B aber $= \mp b + 2g \frac{X}{B\gamma} . \frac{t}{1}$.

Wegen der völligen Härte der beiden Körper müssen wiederum beide Geschwindigkeiten einander gleich seyn, welches ein $2g \frac{X . t}{1} = (a \pm b) . \frac{A\gamma . B\gamma}{A\gamma + B\gamma}$ fordert, und somit die gemeinschaftliche Geschwindigkeit x nach dem Stosse $= \frac{aA\gamma \mp B\gamma}{A\gamma + B\gamma}$ bestimmt, das obere Zeichen für den Fall gehörig, da die Geschwindigkeit b der a entgegengerichtet ist.

Dieses sind nun die bekannten Gesetze des Stosses zwischen zwei harten Körpern, nur bestimmter als gewöhnlich ausgedrückt, indem sie ausdrücklich behaupten, dass man die Massen, welche sich stossen, nach ihrem *Gewichte* zu messen hat. Dessen bin ich völlig gewiss, weil ich aus der mechanischen Gleichung gefolgert habe, und durch einen wirklich deutlichen und zuverlässigen Erweis dieser Gleichung es mir gewiss ist, dass in ihr die Kraft K, von welcher die Masse M bewegt werden soll, nur vermittelst ihres statischen Druckmaasses P, und die Masse M nur vermittelst ihres Gewichtmaasses $M\gamma$ aufgeführt werden kann und muss.

Aus der erwiesenen allgemeinen Formel kann sogleich gefolgert werden, dass $(A\gamma + B\gamma).x = aA\gamma + bB\gamma$ seyn muss, nämlich diese Producte aus den Massen und ihren Geschwindigkeiten nach und vor dem Stosse einander gleich bleiben müssen; dass also dieser Satz, dessen man zum Beweise der Stossgesetze als eines Axiomes sich zu bedienen pflegt, durch unsern Beweisgang zum Lehrsatze erhoben wird, und zwar wiederum mit der Gewissheit, dass bei ihm die Grösse der Massen nach ihrem Gewichte zu schätzen ist. Wohl muss ich zugestehen, dass eben diese Gewissheit auch eine Einschränkung auszumachen, unsere Mechanik hiemit nur für *schwere* Massen erwiesen scheinen kann! Gesetzt auch, diese Besorgniss liesse nicht so völlig sich heben, als es durch vollständige Darstellung meines mechanischen

stens meines Erachtens geschehen könne, so würde ich wohl jene Gewifsheit ihrem grofsen Werth halten. Denn da wir die innere Natur der Kräfte erforschen nicht vermögen, und die einzige Urkraft nur von der Art ist, dafs wir sowohl statischen als ihre mechanischen Wirkungen sehr täglich genau und unverlässig wahrnehmen und messen, auch die Gesetze jeder Wirkungsart aus einer hypothetischen Theorie von vorneher, und mit der äufserst verfeinerten Erfahrung übereinstimmend zu entwickeln wissen: so müssen wir es wohl für wahren Gewinn halten, wenn wir auch in dem Masse der Wirkungsgrösse auf die Gewifsheit eingeschränkt werden, dafs auch hier die Massen nach dem Gewichte zu schätzen sind. Doch dieses hier nebenher: ich leite hier für meine gegenwärtige Absicht ein (welche nämlich in meiner Widerlegung des Kantischen Systems meine Hauptabsicht macht),

Wenn man auf die gewöhnliche Weise das Beibleiben der Bewegungsgrösen, vor und nach dem Stofse, als Grundsatz annimmt, und daraus die Gesetze des Stofses ableitet: so wird auf die dabei vorfallenden Geschwindigkeitänderungen arithmetisch geschlossen, ohne dafs man auf den unendlichen Druck und Gegendruck zukömmt, durch welchen bei vollkommen harten Körpern sie bewirkt werden müssen. Nach meinem Beweise steht dieser endlich-grofse Druck in einer völlig stetigen Verbindung mit dem endlichen Drucke, welcher bei

unsrer Schwerkraft in endlichen Zeiten endliche Geschwindigkeitsveränderungen verursacht. Indem z. B. $v - c = 2g \frac{X}{A\gamma} \cdot \frac{t}{1}$ eine endliche Geschwindigkeitsänderung angiebt, also $\frac{X}{A\gamma} \cdot \frac{t}{1}$ eine endliche Zahl ausmachen muss, der Druck $A\gamma$ aber, dieses Gewicht eines endlichen Körpers A allemal endlich ist, so wird auch $X \cdot \frac{t}{1}$ nur ein endlicher Druck seyn können. Obgleich für die Fälle, da der Körper A noch nicht völlig hart ist, und deshalb die Wirkung immer noch einigen Zeitverlauf t einnimmt, dann der Druck nicht so einfach durch das Product $X \cdot \frac{t}{1}$ aufgezählt werden könnte, sondern X als Function von t erst zu bestimmen, und dadurch statt Xt dann ein etwas anderes $\int X dt$ zu finden wäre: so ist doch auch für dieses letztere Integral einleuchtend, dass der Druck X endlich bleibt, so lange t noch nicht unendlich klein, also der Körper von einem völlig harten Körper *nicht* unendlich *wenig* abweichend ist; so dass nun der unendlich grosse Druck als ein letztes Glied in der stetigen Reihe solcher X erscheint, die immerfort grösser und grösser werden, je kleiner t wird, und für völlig harte Körper, bei welchen $t = o$ geworden ist, ihren unendlich grossen Werth völlig erreicht haben.

Hiermit ist nun auch der unendlich grosse Gegendruck einer *absoluten Undurchdringlichkeit* der Materie als möglich, selbst auch durch

das Gesetz der Stetigkeit, als Gesetz der Methode, erwiesen; denn er macht ja, in der Vorstellung einer völlig harten Körperform betrachtet, ein letztes Glied in einer stetigen Reihe aus, deren sämmtliche Glieder durch *dieses* methodisch ideale Gesetz der Stetigkeit als möglich erweisbar sind, allerdings aber eine Reihe von solchen *Drücken* ausmachen, *welche* dem verewigten Philosophen als wahre Ursache vieler Geschwindigkeitsveränderungen, wegen seiner irrigen Phoronomie beinahe gänzlich unbemerkt, und wirklich völlig unbenutzt geblieben sind *).

*) Von dieser letztern Behauptung kann ich versichern, dass sie durch meine Widerlegung der Kantischen Phoronomie, und durch die ebenfalls von mir dargestellte Lücke zwischen seiner Phoronomie und Mechanik einleuchtend erwiesen ist.

Nachrichten

von einem Meteorsteine, der am 15. April 1812 zu Erxleben, zwischen Magdeburg und Helmstedt, herabgefallen ist,

vom

Professor Hausmann in Göttingen

und dem

Director Vaterlaub in Dessau.

I.

Am 15. April um 4 Uhr Nachmittags, bei stiller Luft und heiterem Himmel, vernahm man in den Gegenden von *Helmstedt* bis *Magdeburg* einen starken, einige Secunden nachhallenden Schlag, den zu Magdeburg Einige für einen fernen, heftigen Kanonenschuss, Andere für die Explosion eines Pulverwagens hielten. Zu *Erxleben* wurde der Schlag am stärksten gehört. Auch soll an diesem Orte von einigen Personen zugleich ein Blitz bemerkt worden seyn. An der Stelle, woher der Knall am heftigsten geschallt, entdeckte bald darauf ein Hirt ein frisch eingeschlagenes, tiefes Loch, und in demselben einen Stein von ungewöhnlicher Schwere und der Grösse eines kleinen Kinderkopfs. Von diesem Steine habe ich durch die Güte des

Herrn Poſtſecretairs von Drake zu Magdeburg ein ſchönes Stück erhalten, welches ſich durch ſeine äuſseren Merkmale als ein ächter *Aërolith* bewährt.

Das abſolute Gewicht dieſes Stücks beträgt genau 200 Gramme. Mehrere Seiten deſſelben zeigen friſchen Bruch, an ein Paar andern hingegen ſtellt ſich noch die natürliche Oberfläche mit ihrer charakteriſtiſchen Kruſte dar. Aus der Geſtalt der Oberfläche iſt erſichtlich, daſs das Stück keine vollkommene Kugel, ſondern ſtumpfeckig war. Uebrigens zeigt die Oberfläche eine Menge kleiner Vertiefungen und körnerförmiger Erhöhungen. Die Kruſte iſt von nicht meſsbarer Stärke. Sie beſitzt eine ruſsbraune Farbe, und iſt theils matt, theils ſchwach ſchimmernd. Auf dem friſchen Bruche iſt der Stein rauh und im Anfühlen ſcharf. Aus der Ferne geſehen, erſcheint er aſchgrau, im Ganzen matt, mit vielen ſehr kleinen, glänzenden Punkten. In der Nähe, beſonders mit bewaffnetem Auge betrachtet, zeigt er ſich als ein feines, und gleichförmiges Gemenge von hauptſächlich zwei weſentlich verſchiedenen Subſtanzen. Sehr kleine kryſtalliniſche Körner gediegenen, vielleicht Nickel haltenden *Eiſens* verrathen ſich durch ihre ſtahlgraue Farbe und ihren ſtarken Metallglanz. Mit dieſen verbunden iſt eine theils rauchgraue, theils graulich weiſse, anſcheinend ſplittrige und wenig glasglänzende Subſtanz, welche einige Aehnlichkeit mit Quarz zeigt. Hin und wieder erſcheinen ſehr kleine Schwefelkies-

Kryſtalle beigemengt zu ſeyn, und an einigen Stellen bemerkt man auch noch eine nicht zu beſtimmende ſchwarze kryſtalliniſche Subſtanz. Das Gemenge iſt überaus feſt und ſchwer zerſprengbar. Es ritzt das Glas und giebt am Stahle Funken. Die metalliſchen Theile ſind hämmerbar und äuſsern eine ſtarke Wirkung auf den Magnet, indem ſie nicht allein ſchon aus einiger Ferne die Nadel beunruhigen, ſondern auch ſtark angezogen werden. Polarität iſt an dem unterſuchten Stücke nicht zu bemerken.

In kleinen Splittern vor dem Löthrohre für ſich behandelt, kommen die Eiſenkörner ſogleich in Fluſs, und hüllen in Geſtalt einer dem Magnete folgſamen ſchwarzen Schlacke (als Eiſenoxydul) die übrigen Gemengtheile ein, welche übrigens keine Veränderung erleiden, aber im Boraxglaſe langſam aufgelöſt werden, ohne daſſelbe zu färben.

Nach den von dem Herrn Prof. Stromeyer und mir gemeinſchaftlich angeſtellten Verſuchen iſt das eigenthümliche Gewicht des Steins, mit Berückſichtigung der Temperatur des Waſſers und des Barometerſtandes, nach der von Tralles angegebenen Correctionsmethode, $= 3{,}6038$. *)

Göttingen
den 4. Mai 1812.

Hausmann,
Profeſſor.

*) Sie werden nächſtens die Reſultate der Analyſe dieſes Meteorſteins von Erxleben erhalten, des erſten, welcher bisher in unſerm nördlichen Deutſchland beobachtet worden iſt. Hr. Prof. Stromeyer beſchäftigt ſich mit ihr. Der Stein iſt ſehr ausgezeichnet durch ſeine Feſtigkeit und ſeinen groſsen Gehalt an metalliſchem Eiſen. *H.*

II. *Authentisches Protocoll.*

Erxleben den 9. Mai 1812 *).

Ueber die am 15ten vorigen Monats in hieliger Gegend beobachtete Lufterscheinung, und den zwischen hier und Eimersleben gefallenen Meteorstein, wurden im hiesigen Friedensgerichte folgende Personen vernommen, welche ihre Wahrnehmungen folgendergestalt angaben.

1) Der Kossate Andreas Perlitz hieselbst, 56 Jahre alt:

„Ich pflügte am 15ten vorigen Monats zwischen hier und Eimersleben. Zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags hörte ich auf einmal einen Schall, wie von mehrern schnell hintereinander abgefeuerten Kanonen, und darauf ein Gerölle, welches sich am besten mit einem kleinen Gewehrfeuer vergleichen läst. Hierauf folgte ein Gesause in der Luft, welches mir immer näher kam, und es kam mir vor, als wenn dicht über mir etwas hinflog, so dass ich mich noch bückte, um nicht davon getroffen zu werden, und gleich darauf erfolgte ein Schall, als wenn ein schwerer Körper mit Gewalt auf die Erde schlüge. Ich und der Kossate Herzberg gingen nun mit dem Schäferknecht Dörge aus Eimersleben, welcher in der Gegend hütete, nach dem Orte hin, wo nach unserer Meinung der Schlag auf die Erde geschehen seyn musste, und wir fanden daselbst ein

*) Im Protocoll stand den 9. April, welches aber ein Schreibfehler ist. Das Phänomen erfolgte den 15. April, und das Protocoll wurde am 9. Mai aufgenommen. *Pietsch.*

ganz frisches Loch wie zwei Fäuste gross, welches schräg von Südost nach Nordwest ging. Der Schäferknecht Dörge grub hierauf mit seinem Hirtenstock, und traf auf einen Stein, welcher herausgenommen und in einem nahen Sumpfe abgewaschen wurde. Dieser Stein lag ½ bis 1 Elle tief.

2) Der Kossate Christoph Herzberg, 38 Jahre alt, stimmte in seiner Angabe überall dem Kossaten Perlitz bei, und bemerkte noch, dass seine Pferde von dem Donner und dem Geräusch in der Luft scheu geworden seyn. Perlitz sagte, er sey etwa 50 Schritt, und Herzberg, er sey etwa 100 Schritt von dem Loch entfernt gewesen.

3) Der Schäferknecht Heinrich David Dörge zu Eimersleben, 20 Jahre alt, stimmte in Ansehung des Donners und des Getöses in der Luft völlig mit den Angaben der beiden vorigen überein, und führte noch besonders folgendes an: „Ich war mit meinen Schafen etwa 50 Schritte von der Stelle entfernt, wo wir das frische Loch in der Erde fanden, und dasselbe hatte ganz die Richtung, wie der Perlitz und Herzberg es beschrieben haben. Ich suchte mit meinem Schäferstocke nach, und traf auf einen Stein, welcher etwa 1½ bis 2 Fuss tief in der Erde steckte, welchen wir herausnahmen und in einem nahen Sumpfe abwuschen.“

Alle drey Comparenten führten nun noch an: Dass den Himmel ganz heiter gewesen, und die Sonne sehr warm geschienen habe. Vom Morgen nach dem Mittag habe eine lange schmale roth-

liche Wolke geſtanden, über und unter derſelben ley es ganz helle gewesen. Diese Wolke ley nach der Erscheinung noch einige Zeit ſichtbar gewesen, bald nach 5 Uhr aber ley dieſelbe gänzlich verſchwunden gewesen.

2. Der Donner und das Geraſſel ley halb aus Osten und Süden gekommen, und gerade in der Richtung, wie das Loch in der Erde gefunden worden.

3. Der Wind ley nur ſchwach gewesen und aus Nordwest gekommen.

4. Das Loch in der Erde ley, wie man ganz deutlich gesehen habe, ganz frisch gewesen, indem, wenn es nur einige Stunden vorher entſtanden wäre, es ſchon umher betrocknet gewesen ſeyn müste.

5. Eine Wärme ley an dem Steine gar nicht zu bemerken gewesen; wobey noch zu bemerken ley, daſs die Stelle etwas niedrig liege, und folglich, als der Dörge mit ſeinem Schäferſtock geſucht, Waſſer gekommen ley.

6. In der hieſigen Gegend finden ſich dergleichen Steine ſonſt gar nicht, und beſonders zeichnet ſich dieſer von den übrigen Feldſteinen durch ſeine ſchwärzliche Farbe und ſeine Schwere aus.

7. Der Stein habe in derſelben Richtung gelegen wie das Loch gewesen, nämlich ſchräge und mit dem dicken Theile oben.

8. Alle drei erkannten den ihnen jetzt wieder vorgezeigten Stein für denjenigen an, welchen ſie in der angegebenen Art am funfzehnten vorigen Monats aus der Erde geholt hätten.

9. Bemerkten die Comparenten, dafs der Stein etwa eine Viertelſtunde nachher, nachdem ſie den Fall gehört, aus der Erde genommen ley.

Der Herr Doctor Wiedemann hieſelbſt, der bei dieſer Vernehmung zugegen war, führte noch an, dafs er dieſen Stein gewogen und die ganze Schwere deſſelben vier und ein halb Pfund befunden habe.

Sämtliche Comparenten haben die ihnen vorgeleſene Verhandlung genehmigt und unterſchrieben.

Dr. Wiedemann. Andreas Perlitz.
Chriſtoph Herzberg.
Heinrich David Dörge.
* Selſuud. * Allalz.

Obiges Protocoll iſt mir heute durch den Herrn Grafen von Alvensleben im Original mitgetheilt und genau und wörtlich von mir abgeſchrieben worden.

Deſſau, d. 15. Mai 1812. Vieth.

III. *Nachſchrift.*

Die erſte Nachricht obiges Phaenomen betreffend, welche ich erhielt, war, dafs ein Paar Perſonen, die ich aber nicht ſelbſt darüber geſprochen habe, eine Feuerkugel hier bei Deſſau von Südoſt nach Nordweſt hätten fliegen ſehen.

Dann erzählte mir der Amtmann Nahde aus Preislitz (hinter Cöthen), dafs man dort am Mittwoch den 15. April einen ſtarken wiederholten Knall gehört habe.

*) Dieſe Namen ſind im Original unleſerlich. *V.* Wahrſcheinlich ſind es die des Friedensrichters zu Erxleben und ſeines Adjoint, welche wegen der einſichtsvollen Art, mit der ſie das Protocoll aufgenommen haben, den Dank der *Phyſiker* verdienen. *G.*

Dasselbe erfuhr ich den folgenden Tag von meinem ältesten Sohne, der sich in Wörlitz aufhält, wo man ebenfalls den Knall gehört hatte.

Das Gerücht lagte, es sey in Egeln ein Pulverwagen aufgeflogen, gerade wie man zu Charlonville glaubte, es sey zu Blois ein Artilleriepark aufgeflogen (*Annal.* 1812, 1. S. 84.). Aus der Nachricht von der Feuerkugel und dem, der Zeit nach damit zusammentreffenden Knall, liefs sich aber leicht vermuthen, dafs beide zusammen gehörten, und das bestätigte sich denn auch bald, durch die Nachricht, dafs bei Erxleben (hinter Magdeburg) ein Stein aus der Luft gefallen sey. Der Kammerherr von Hagen hier in Dessau machte mir Hoffnung, diesen merkwürdigen Stein zu bekommen; ich bat mir zugleich ein Protocoll darüber mit zu verschaffen. Hierauf erhielt ich am 14. Mai ein kleines Stück des Steins und am 15. Mai das darüber aufgenommene Protocoll, welches ich so eben mitgetheilt habe.

Die Beschreibung des Getöses ist ganz wie gewöhnlich, besonders beinahe gleichlautend mit der in der wahrhaften Communication von dem Meteorstein in der Ortenau 1671 Febr. 28. (*Annal.* 35. B. S. 185.)

Die Beschaffenheit des Erdreichs, in welches der Stein einschlug (fast von allen liefs man ungefähr anderthalb Fufs) und das äufsere Ansehen des Steins hätten wohl einigermafsen beschrieben werden können.

Das Stück, welches ich davon erhielt, ist in den meisten Merkmalen allen andern Meteorsteinen ähnlich.

VI.

Einige Zuſätze und Berichtigungen zu der unter II. mitgetheilten Notiz, des Ptolemäus Optik betreffend;

vom

Prof. Mollweide in Leipzig.

Als Veranlaſſung dieſer Notiz wird eine Stelle in der *Mécanique céleſte* des Herrn La Place angegeben, worin derſelbe der Optik des Ptolemäus nach einer lateiniſchen Handſchrift auf der Kaiſerlichen Bibliothek erwähnen ſoll. In der *Mécanique céleſte* kommt die Stelle nicht vor, ſondern in der *Expoſition du ſyſtème du monde*, und zwar p. 308. der zweiten Ausgabe. Denn p. 347 der dritten Ausg. geſchieht da, wo von des Ptolemäus Optik die Rede iſt, des Manuſcripts keine Erwähnung.

Was die Behauptung Montucla's betrifft, daſs Alhazen aus Ptolemäus Optik geſchöpft habe, welches Hr. Delambre läugnet, ſo ſcheint der Umſtand, daſs Alhazen des Ptolemäus nicht erwähnt, kein Grund für dieſe letztere Meinung zu ſeyn. Vielmehr, wenn man den Gang, den die Wiſſenſchaften bei den Arabern genommen haben, und daſs die Griechen in allen andern Zweigen der Mathematik ihre Lehrer geweſen ſind, in Erwägung zieht, ſo wird man ſehr geneigt ſeyn, das auch in Rückſicht der Optik anzunehmen. In wiefern bei wiſſenſchaftlichen Sätzen und Lehren eine Tradi-

tion Statt haben könne, lasse ich dahin gestellt seyn.

Hr. Delambre hat verschiedne Schriftsteller angeführt, welche keine Kenntniss von Ptolemäus Optik gehabt haben, seinen eigenen Landsmann Dechales aber, der allerdings etwas davon gewusst hat, übersehen. Denn dieser erwähnt Tom. I. p. 66. seines *Mund. mathem.*, der aus dem Griechischen gemachten Uebersetzung eines Ungenannten von des Ptolemäus Werkchen über die Spiegel, und zwar, wie es scheint, aus eigener Ansicht derselben. — Die von Fabricius in der von dem Hrn. Herausgeber der Annal. nachgewiesenen Stelle der *Biblioth. Graeca* angeführten ältern Schriftsteller, welche der Optik des Ptolemäus erwähnen, sind: Heliodor (oder Damian) von Larissa in seinem Buche über die Optik, und Simplicius in seinem Commentar über des Aristoteles Schrift vom Himmel. Ersterer gedenkt ihrer bei der Lehre von der geradlinigen Fortpflanzung des Lichts. Der griechische Titel ὀπτικὴ πραγματεία sagt so viel als *tractatus opticus*. Ob der griechische Text je in dem Occidente vorhanden gewesen, ist eine Frage. Baco hat ihn gewiss nicht vor sich gehabt. Dass Regiomontan im Besitz desselben gewesen sey, ist mir deswegen unwahrscheinlich, weil sonst wohl in dem von Tanstetter bekannt gemachten Verzeichnisse seiner sowohl gedruckten als ungedruckten Schriften, bei der Aufführung von Ptolemäus Perspectiv etwas angemerkt seyn würde, was darauf hindeutete, wie es bei dem Almagest und der Geographie des Ptolemäus der Fall ist, welche Regiomontan aufs Neue übersetzt (*ex nova traductione*) ediren wollte. Der Herausgeber der *Perspectiva communis* (man s. die Note des Hrn. Prof. Gilbert S. 375) giebt in seiner Notiz von der Optik

des Ptolemäus, (welche Ambrosius Rhodius in der Vorrede zu seiner im J. 1611 zu Wittenberg herausgegebenen Optik wiederhohlt hat,) den griechischen Titel derselben unrichtig an, welches vermuthen läst, dass die von ihm anderswoher entlehnte Nachricht nicht auf Ansicht des griechischen Originals gegründet ist. Uebrigens müssen Exemplare der Ptolemäischen Optik oder vielmehr des Stücks derselben, welches von den Spiegeln handelt, in jenen Zeiten nicht so selten gewesen seyn. Denn der ältere Scaliger führt in seinem Werke *de Subtilitate*, Exercit. 81. 1. und 298. 2. die Schrift des Ptolemäus: *de Speculis*, als eine dem Cardan sehr wohl bekannte an.

In Betreff der lateinischen Handschrift, welche sich, nach dem von Heilbronner und Montucla angeführten Catalog der Bodlei'schen Bibliothek zu Oxford, in derselben befindet, merke ich an, dass noch mehrere Manuscripte der Ptolemäischen Optik in den dortigen Bibliotheken vorhanden seyn müssen. Denn in der von Thom. Smith bekannt gemachten *Synopsis* *) von ältern griechischen, lateinischen und arabischen Mathematikern, welche Eduard Bernard, Savilischer Prof. der Astronomie zu Oxford und Zeitgenosse des bekannten Mathematikers Wallis, in 14 Bänden ediren wollte, findet sich unter den Schriften, welche den 11ten Band einnehmen sollten, auch aufgeführt: *Ptolemaeus vel Veterum alius de Speculis ex edit. et ex MSS. una cum commentario MS. in bibliotheca Sauiliana.* Es erhellt hieraus zugleich, dass von dem Theile der Ptolemäischen Optik, welcher die Spiegel betrifft, wirklich ein Abdruck gemacht

*) Man findet solche vollständig in Fabricii *Bibl. Graeca* Lib. III. c. 23. und abgekürzt in Scheibel's Einleitung zur mathem. Bücherkenntniss Ites St.

und ist Verlauf gewesen ist, welches mit dem, was die vorhin angeführten Stellen des Dechales und Scaliger schliefsen lassen, übereinkommt *).

Ich will nun noch zur Vergleichung mit dem, was Hr. Delambre von dem Inhalte der Ptolemäischen Optik mitgetheilt hat, einiges aus Baco's Perspectiv beybringen, der sich äufserst häufig darauf beruft, und ihr das Lob beilegt, dafs sie zwischen der zu grofsen Kürze des Euklid und Jacob Alkind's und der übermäfsigen Weitschweifigkeit Alhazen's einen schicklichen Mittelweg nehme. Die Ausgabe der Perspectiv, welche ich dabei gebraucht habe, ist die Combachsche, Frankf. 1614, doch habe ich nicht unterlassen, die in dem *Opus maius* P. V. enthaltene Abhandlung der Perspectiv, als welche meistens die bessere Lesart hat, stets zu vergleichen.

P. I. Dist. I. c. 3. Von dem sinnlich Erkennbaren, welches entweder durch einen Sinn ausschliefslich oder durch mehrere gemeinschaftlich aufgefafst wird. Das Gesicht urtheilt allein über Licht und Farbe. Ausserdem mit andern Sinnen gemeinschaftlich über Entfernung, Lage, Körperlichkeit, Figur u. s. w., in allen 12 Arten des Sichtbaren. Unter diese läfst sich alles übrige bringen. Dies erhellt aus dem 1ten B. des Ptolemäus von der Optik, dem zweiten des Alhazen, u. a. — Bei den vorhin angegebenen 20 Arten des Sichtbaren (Licht und Farbe abgerechnet) concurriren, nach Ptolemäus im 2ten B. der Perspectiv, Getast und Gesicht.

Dist. VII. c. 2. wird die Frage untersucht, ob das Auge beim Sehen thätig sey, und bejaht. Dafs die Wirkung der Sehekraft sich bis zur gesehenen Sache

*) M. s. den Nachtrag hierzu.

erſtrecke, wird erſt mit einem Ausſpruche des Ariſtoteles belegt. Dann heiſst es weiter: Auch Ptolemäus in ſeinem Buche von der Optik, welcher früher als Alhazen dieſe Wiſſenſchaft abhandelte, die dieſer von ihm überkommen und vorgetragen hat, nimmt überall an, daſs vom Auge Sehſtrahlen bis zu dem geſehenen Gegenſtande ausgehen.

Diſt. VIII. c. I. Von den auſser dem Abbilde (*specie*) *) erforderlichen Bedingniſſen zum Sehen. Das erſte iſt Licht; ſelbſt Farbe wird nicht ohne Licht wahrgenommen. Die Urſache davon kann ſeyn: erſtlich, nach Avicenna, weil die Farbe in der Finſterniſs nichts reelles hat, oder zweytens, nach Alhazen, weil ſie, wenn ſie auch in der Finſterniſs real iſt, in derſelben kein Abbild wirken kann, oder drittens, nach eben dem Alhazen, weil ſie, wenn ſie auch ein Abbild hervorbringen kann, auf das Sehorgan nicht wirkt und eine Veränderung darin macht, ſo daſs der Act des Sehens entſtehe. Das erſte widerlegt Ptolemäus im 1ten B. der Perſpectiv, indem er ſagt: wenn es ſich ſo verhielte, ſo würden jegliche zwey Sachen, die einerley Lage gegen das Licht und Geſicht haben, in einerley Farbe erſcheinen, wovon wir aber das Gegentheil wahrnehmen, bey verſchiedenen Dingen beynahe zu gleicher Zeit, bey einerley Sache zu verſchiedenen Zeiten, z. B. beym Chamäleon, der ſeine Farbe nach den Umgebungen ändert, und bey einem, der aus Scham erröthet und vor Furcht blaſs wird, wiewohl der Gegenſtand immer dieſelbe Lage gegen das Licht behält.

*) An das Bild auf der Netzhaut iſt hierbey nicht zu denken. Das Abbild iſt ein von dem ähnlichen Gegenſtande ausgehender, reinerer, dünner, von dem Groben der Materie freyer, Auszug — eine *qualitas ſpiritalis* oder *intentionalis*. M. vergleiche, was Hr. von Göthe Farbenlehre II. S. 267. von den intentionellen Farben ſagt.

Disc. IX. c. 1. Das fünfte Bedingniss zum Sehen ist, dass das Object, was gesehen werden soll, die Luft und den Aether (*caelum*) an Dichtigkeit übertreffe. Wir sehen deswegen das Wasser so gut, weil es dichter ist, als die Luft. — Indess muss man merken, was Ptolemäus im 2ten B. der Perspectiv sagt, dass wir die Luft und den durchsichtigen Aether von weitem und in einer grossen Entfernung, obwohl nicht in der Nähe, wahrnehmen. Denn bey einer grossen Entfernung häuft sich von dem Durchsichtigen viel an, und verhält sich alsdann gegen das Gesicht, wie das vollkommen Dichte in einer geringen Entfernung.

P. III. Disc. I. c. 1. Von dem Einflusse der Beschaffenheit des Auges auf das Sehen. Die, welche tief liegende (*profundos*) Augen haben, sehen weiter, als die, welche hervorstehende (*prominentes*) haben. Der Grund davon ist dreyfach. Der dritte ist, weil, wenn das Auge tiefer in der Knochenhöhle mehr bedeckt ist, die Sehkraft mehr gesammelt *) und vereinigt wird, so dass sie einen engern und geradern Weg zu der gesehenen Sache nimmt, und weniger zerstreut *) und ausgebreitet wird, und so in den Ort der Sehpyramide dringt. Deswegen pflegt man, wenn man etwas in der Ferne genau ansehen will, die hohle Hand vor das Auge zu legen, damit die Sehkraft mehr gesammelt und weniger zerstreut werde. — Ptolemäus sagt dies ausdrücklich im 2ten B. der Optik mit folgenden Worten: Die, welche hohle Augen (*concauos*) haben, sehen mehr in die Ferne, wovon der Grund die Sehkraft ist, welche durch das Zusammenhalten (*cohabitationem* im Griechischen wird συνοχη gestanden haben), das ist,

*) *Congregare — dispergere (disgregare)*: im Griechischen συγκρινειν — διακρινειν. M. s. Göthes Farbenlehre II. S. 112.

durch das Sammlen und Vereinigen und durch die Enge des Orts entſteht. — Nächſt dieſem iſt zu unterſuchen, warum viele Alte, wenn ſie die Sachen deutlich ſehen wollen, z. B. wenn ſie leſen, beſſer in der Ferne, als in der Nähe ſehen. Denn ſie halten die Sachen, welche ſie erſehen wollen, weit von ſich ab. Als Urſache davon giebt Ptolemäus im 4ten der Persp. die viele Feuchtigkeit, die ſich in ihren Augen findet, an. Alte Perſonen nämlich haben viel zufällige Feuchtigkeiten (die nicht zum Sehen erforderlich ſind, wie die wäſſrige, kryſtallene und gläſerne), im Ueberfluſs. Iſt nun die Feuchtigkeit in mäſsiger Quantität vorhanden, ſo wird die Sehekraft beym Hindurchdringen durch dieſelbe ſchnell frey, und man ſieht bald eine nahe kommende Sache deutlich; wenn aber viel zufällige Feuchtigkeit da iſt, ſo wird die Sehkraft aufgehalten und nicht ſo ſchnell frey: deswegen muſs die Sache weiter vom Auge abſtehen, ehe ſie deutlich geſehen werden kann.

Diſt. III. Von der dreyfachen Art des Sehens in Rückſicht der acht nothwendigen Bedingniſſe. c. 1. Licht und Farbe werden allein durch den bloſsen Sinn wahrgenommen und es entſteht dabey kein Irrthum, wenn jene acht Stücke ihr gehöriges Maaſs halten. — Ptolemäus zeigt im 4ten der Perſpect., daſs verſchiedne Farben aus einem zweifachen Grunde als eine einzige erſcheinen. Der eine iſt: bey einer Sache von verſchiednen Farben zeigt ſich nur eine wegen der zu groſsen Entfernung, ſo daſs der Winkel, welcher die ganze Sache faſst, nicht die gehörige Gröſse hat. Wenn aber die einzelnen Winkel, welche die verſchiedenen Farben faſſen, unmerklich ſind, ſo bewirkt die Zuſammendrängung der nicht zu unterſcheidenden Theile, daſs die Farbe der ganzen Sache eine und andere iſt,

als der einzelnen Theile. Eine andere Ursache ist z. B. bey der schnellen Bewegung einer Sache, z. B. einer mehrfarbigen Scheibe, kann, weil ein und derselbe Sehenerv sich nicht auf einer und derselben Farbe verweilt, sondern dem die Farbe sich ihm durch die schnelle Bewegung mittheilt, und er so auf alle Farben fällt, solcher nicht unter der ersten und letzten unterscheiden, noch unter denen, welche auf der ganzen Scheibe sind, sondern sie erscheinen als eine einzige, die gleichsam aus allen gemischt ist. — c. 5. 6. Von der Art, wie wir durchs Gesicht Begriffe von der Gröſse bekommen. — Daſs die Sterne aus einem immerwährenden Grunde beym Aufgange und Untergange gröſser erscheinen als im Meridian, sagt Ptolemäus im 3ten und 4ten und Alhazen im 7ten, und kann daraus bewiesen werden, daſs, wenn wir nach Morgen oder Abend blicken, der Himmel uns wie eine flache, über unserm Haupte ausgespannte und nach Morgen und Abend zu gedehnte Decke vorkommt *). — *cap. VII.* Vom Funkeln oder Blinkern der Fixsterne. Der Grund davon ist ein durch Anstrengung des Auges wegen der groſsen Ent-

*) Baco sagt nämlich, die Entfernung der Himmelskörper, wenn sie in Aufgehen sind, wird durch die dazwischen liegende Erdfläche erkannt, dies kann aber nicht geschehen, wenn sie in der Mitte des Himmels sind, wegen der Unbemerkbarkeit der Luft. — *P. III. Dist. II. c. 4.* gedenkt er der Vergröſserung der auf- und untergehenden Sonne und des Mondes durch die Dünste in der Nähe des Horizonts, von welcher auch Ptolemäus μεγαλ. συντ. L. 3. handelt, unterscheidet sie aber sehr wohl von der vorhin gedachten, indem er sagt: die Ursache derselben sey eine temporelle. Uebrigens kommt das, was ein neuerer scharfsinniger Philosoph und Mathematiker, der verstorbene Hofprediger Schulze in Königsberg, in seinem kurzen Lehrbegriffe

fernung bemerktes Zittern deſſelben. Ptolemäus giebt dies als die Urſache im 2ten der Perſpectiv an. Weil auch das Auge Sonne und Sterne im Horizonte für entfernter ſchätzt, ſo ſtrengt es ſich ſtärker an und geräth in eine zitternde Bewegung, und hiernach läſst ſich der adäquate Grund auffinden, warum die glänzenden Planeten, wie vorzüglich die Sonne, der Mond, Venus, Merkur und Jupiter ſind, nicht funkeln, weil nämlich das Geſicht ſie richtig ſchätzt, und ſie alſo für näher hält, dem zufolge, was Ptolemäus im 2ten B. der Opt. ſagt, daſs glänzende Körper, wie Sonne und Mond, für näher gehalten werden, weniger glänzende aber nicht.

Op. Maj. P. IV. Diſt. IV. c. 2. Wenn Jemand durch ſolche Inſtrumente, womit wir die bey den himmliſchen Körpern vorkommenden Beſtimmungen erforſchen, dergleichen Armillen heiſsen, oder andern, den Ort eines Sterns in der Nähe des Aequators bey ſeinem Aufgange und dann wieder, wenn derſelbe in die Mittagsfläche kommt, beſtimmt, ſo wird er finden, daſs ſolcher in ſeiner Culmination merklich weiter vom mitternächtigen Weltpole abſteht, als bey ſeinem Aufgange. Daher ſieht das Geſicht den Stern auf verſchiedene Weiſe zu verſchiedenen Zeiten; denn wenn es ihn auf einerley Weiſe ſähe, ſo würde es ihn immer an demſelben Orte finden. Allein wenn der Stern in der Mittagsfläche iſt, ſo nähert er ſich dem Zenith oder

der mechaniſchen und optiſchen Wiſſenſchaften. S. 45. als Urſach angiebt, warum wir den Horizont für entfernter halten, als das Zenith, ſo ziemlich auf daſſelbe hinaus, was Ptolemäus nach Hrn. Delambre's Anführen dafür anſieht. Nach beiden nämlich liegt der Grund der Verſchiedenheit des Urtheils in der Gewohnheit.

Scheitelpuncte des Beobachters, deswegen fallen die Strahlen senkrecht auf und ins Centrum der Welt, und werden deswegen nicht gebrochen, und das Gesicht sieht daher den Stern durch gerade Linien an seinem wahren Orte. Wenn also das Gesicht beym Aufgange des Sterns irrt, so sieht es denselben nicht durch senkrechte Linien, weil der Stern weit vom Zenith absteht, und deswegen fallen die Strahlen unter schiefen Winkeln auf, welches der Grund ist, warum sie gebrochen werden, und deswegen sieht das Gesicht durch gebrochne Linien und irrt im Orte des Sterns. So weiset aber Ptolemäus im 5ten B. von der Optik und Alhazen im 7ten die Sache zu untersuchen an.

Nachtrag.

Bey der von Combach besorgten *Perspectiua Baconis* befindet sich noch ein *Tractatus de Speculis*, welchen Baco zur Erläuterung einer Stelle in seinem *Op. maj.* mag aufgesetzt haben. *P. IV. Dist. II. c. 2.* sagt er nämlich: *Si ergo speculum concauum sphaericum ad solem ponatur, concurrunt radii infiniti in punctum unum per reflexionem. Et ideo oportet, vt speculo concauo ad solem posito ignis accendatur, sicut dicit vltima propositio libri de speculis et ibidem demonstratur.* Und der Tractat fängt so an: *Ex concauis speculis ad solem positis ignis accenditur.* (Dies ist gleichsam der zu erläuternde Text) *Haec vltima propositio libri de speculis communibus sic demonstratur ibidem.* Vielleicht ist das ganze nun Folgende genommen, theils aus der von Dechales und Scaliger angeführten Schrift des Ptolemäus von den

Spiegeln (Dechales ſagt nämlich ausdrücklich, das zweyte Buch handele *de ſpeculis concauis*, und die Stelle in Cardan's Buche *de Subtilitate*, welche Scaliger an dem zuerſt angeführten Orte im Sinn hat, handelt auch vom Brennen mittelſt der Hohlſpiegel;) theils aus der dem Archimed beygelegten Schrift *de ſpeculis comburentibus* (dieſem ſteht das vorige *comburentibus* entgegen), worüber *Fabricii Biblioth. Graec. Lib. III. c.* 22. und *Montucla's Hiſt. des mathem. Tom. I. p.* 236. zweyte Ausg. nachzuſehen ſind. Doch darüber Gewiſsheit zu geben, müſste einem der Gebrauch einer ſo reichen Bibliothek, als wie Hr. Delambre benutzen darf, frey ſtehen.

PHYSICS

530.
A613
V.40